

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MECANIZADA**  
**POR PRESSÃO POSITIVA E NEGATIVA UTILIZADOS NA**  
**AVICULTURA DE CORTE**

**ALUNA: KARLA ANDREA OLIVEIRA DE LIMA**

CAMPINAS  
2011

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MECANIZADA  
POR PRESSÃO POSITIVA E NEGATIVA UTILIZADOS NA  
AVICULTURA DE CORTE**

Tese submetida à Banca examinadora para obtenção de título de doutor em Engenharia Agrícola na área de Concentração de Construções Rurais e Ambiente – Ambiente em Instalações Agrícolas – Estudo Ambiental para Frangos de Corte.

**ALUNA: KARLA ANDREA OLIVEIRA DE LIMA**

**ORIENTADORA DANIELLA JORGE DE MOURA**

CAMPINAS

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE -  
UNICAMP

L628a Lima, Karla Andrea Oliveira  
Avaliação de sistemas de ventilação mecanizada por  
pressão positiva e negativa utilizados na avicultura de  
corte / Karla Andrea Oliveira de Lima. --Campinas, SP:  
[s.n.], 2011.

Orientador: Daniella Jorge de Moura.  
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de  
Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Frango de corte. 2. Conforto térmico. 3.  
Ventilação. I. Moura, Daniella Jorge de. II.  
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Evaluation of positive and negative pressure ventilation  
systems used in broiler production

Palavras-chave em Inglês: Broiler production, Thermal comfort, Ventilation

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiência

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: José Fernando Machado Menten, Danilo Florentino  
Pereira, Luiz Antonio Rossi, Irenilza de Alenca Nääs

Data da defesa: 10/01/2011

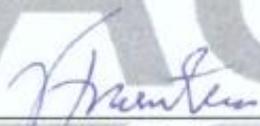
Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Karla Andréa Oliveira de Lima**, aprovada pela Comissão Julgadora em 10 de janeiro de 2011, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



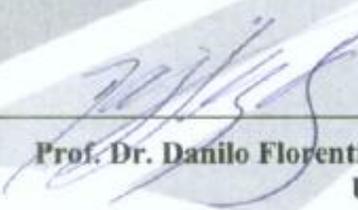
---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Daniella Jorge de Moura – Presidente e Orientadora**  
Feagri/Unicamp



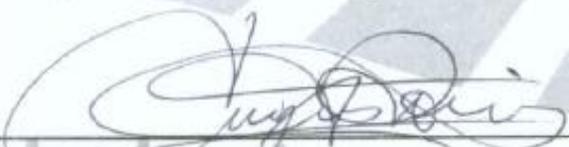
---

**Prof. Dr. José Fernando Machado Menten - Membro Titular**  
Esalq/USP



---

**Prof. Dr. Danilo Florentino Pereira - Membro Titular**  
Unesp



---

**Prof. Dr. Luiz Antonio Rossi - Membro Titular**  
Feagri/Unicamp



---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Irenilza de Alencar Nääs - Membro Titular**  
Feagri/Unicamp

*A Deus e a minha família, agradeço  
hoje e sempre. A eles dedico este  
trabalho*

## **Agradecimentos**

À minha orientadora, Prof. Dra. Daniella Jorge de Moura que proporcionou a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Kamal Abdel Radi Ismail por todo o incentivo, carinho e credibilidade depositada em mim, o que fez com que eu chegasse aqui.

Ao Prof. Dr. Richard S. Gates pela orientação como meu supervisor de estágio doutorado sanduíche na Universidade de Illinois.

À Profa Leda Gobbo Bueno por toda a ajuda dispensada a este projeto.

Às minhas companheiras de pesquisa Thayla Carvalho e Rimena Vercellino pela ajuda nos dados coletados.

A todos os amigos e colegas do grupo de pesquisa em Ambiência da Feagri com os quais eu trabalhei ao longo desses anos

À Faculdade de Engenharia Agrícola, aos professores que colaboraram para minha formação como doutora e a todos os funcionários.

À Capes pela concessão da bolsa de doutorado sanduíche

Ao CNPq pela concessão da bolsa de doutorado.

À Fapesp pelo financiamento deste projeto

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	xii
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Justificativa .....	2
1.2 Hipótese .....	3
2. OBJETIVOS .....	4
2.1. Objetivo geral .....	4
2.2. Objetivos específicos .....	4
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 A produção de Frangos .....	5
3.2 Os frangos - Fisiologia e Comportamento .....	7
3.3 Bem-estar animal .....	8
3.4 Ambiente térmico .....	10
3.5 Ventilação .....	11
3.6 Ambiente Aéreo – Concentração de gases .....	16
3.6.1 Amônia .....	17
3.6.2 Dióxido de Carbono .....	20
3.7 Emissão e meio ambiente .....	20
3.8 A cama de frango .....	22
3.9 Intensidade luminosa .....	24
3.10 Problemas locomotores .....	26
3.11 Uso racional de energia elétrica na avicultura .....	28
4. MATERIAL E MÉTODO .....	30
4.1 Avaliação do Ambiente Interno .....	35
4.1.1 Galpões .....	35
4.1.2 Variáveis do ambiente térmico .....	36
4.1.3 Ventilação .....	37
4.1.4 Monitoramento da Ambiência Aérea nos Galpões .....	38
4.1.5 Taxa de emissão dos gases NH <sub>3</sub> e CO <sub>2</sub> para o ambiente externo .....	40
4.2 Ambiente Externo .....	40
4.2.1 Cálculo do Índice de Conforto Térmico .....	41
4.3 Monitoramento da Condição da Cama .....	41
4.3.1 Umidade .....	41
4.3.2 pH .....	42
4.3.3 Temperatura .....	42
4.3.4 Condição microbiológica da cama .....	43
4.3.4 Emissão de NH <sub>3</sub> da cama .....	44
4.4 Índices Produtivos e Bem-estar animal: .....	45
4.5 Avaliação da Eficiência Elétrica .....	47
4.5.1 Indicadores de Eficiência Elétrica .....	48
4.5.1.1 Consumo Específico de Energia Elétrica dos Aviários .....	48
4.5.1.2 Fator de Carga da Instalação Elétrica dos Aviários .....	49
4.6 Avaliação dos resultados .....	50

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	51
5.1 Resultados referentes às variáveis climáticas .....	51
5.2 Concentração de gases – CO <sub>2</sub> .....	64
5.3 Concentração de gases – NH <sub>3</sub> .....	71
5.4 Análise de cama.....	81
5.5 Emissão de CO <sub>2</sub> .....	93
5.6 Emissão de gases NH <sub>3</sub> .....	107
5.7 Uso da Energia Elétrica nos Aviários.....	129
5.8 Incidência de problemas locomotores - Prevalência de Gait Score.....	149
5.9 Dados de Mortalidade.....	162
6. CONCLUSÕES .....	166
7. CONCLUSÃO GERAL .....	168
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	169

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Zona de conforto térmico ou zona termoneutra, (MULLER, 1989).....	11
Figura 2 Sistema de ventilação positiva na forma transversal (a) e longitudinal (b), com formação de túnel. ....	13
Figura 3 Sistema de ventilação mecânica tipo pressão negativa. ....	15
Figura 5 Galpão com ventilação tipo túnel com pressão positiva, chamado de “galpão A1”...31	
Figura 6 Galpão com ventilação tipo túnel com pressão positiva, chamado de “galpão A2”...32	
Figura 7 Vista lateral (a), (b) interior do galpão de ventilação tipo túnel com pressão negativa, chamado “galpão B1” e (c) abertura de cortina para entrada de ar. ....	32
Figura 8 Vistas interna (a) e externa (b) da parede estilo <i>pad cooling</i> para entrada de ar nos aviários, e vista externa (c) do galpão de ventilação tipo túnel com pressão negativa, chamado “galpão B2”. ....	33
Figura 9 Vista interior e vista lateral externa dos aviários C1 e C2. ....	34
Figura 10 Vista interior e vista lateral externa dos aviários D1 e D2.....	35
Figura 11 Divisão de cada um dos galpões em quadrantes para coleta de dados.....	35
Figura 12 Datalogger Hobo® e sua instalação no centro geométrico dos quadrantes em um dos galpões. ....	36
Figura 13 Equipamentos: (a) HygroTermoAnemômetro HTA 4200 e (b) Termômetro, higrômetro, luxímetro e decibelímetro modelo THDL-400. ....	37
Figura 14 Pontos utilizados para mensurar a velocidade do ar em cada equipamento, (a) e o anemômetro de fio quente utilizado. ....	38
Figura 15 Manômetro digital MN-2150. ....	38
Figura 16 Medidor de gás portátil para cinco gases diferentes BW Technologies® .....39	
Figura 17 Esquema de mensuração da concentração da amônia nos galpões, a partir da cama em três alturas diferentes. ....	39
Figura 18 Estação meteorológica, Modelo WMR 928 Oregon®. ....	40
Figura 19 Amostra homogeneizada para leitura de pH em pH-metro digital .....42	
Figura 20 Termômetro digital de superfície Omegascope®, modelo OS520. ....	43
Figura 21. Metodologia desenvolvida para estimar emissão de NH <sub>3</sub> pela cama.....45	
Figura 22 Distribuição da população 1 e 2 no interior dos sistemas de produção de frangos de corte .....46	
Figura 23 Cerca portátil de contenção de aves para avaliação dos problemas locomotores. ....47	
Figura 24 Analisador e registrador eletrônico de sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos SAGA4500 AMPFLEX.....48	
Figura 25 Temperatura média monitorada pelas estações meteorológicas localizadas próximas aos aviários de pressão positiva e negativa durante o período de estudo dos lotes.....51	
Figura 26 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b).....54	
Figura 27 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b).....54	
Figura 28 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b).....55	
Figura 29 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b). ....56	
Figura 30 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b). ....57	
Figura 31 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b). ....57	
Figura 32 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b) .....58	
Figura 33 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b) .....58	

Figura 34 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b) .....	58
Figura 35 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões D1 (a) e D2 (b).....	59
Figura 36 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões D1 (a) e D2 (b).....	60
Figura 37 Gráfico da velocidade do ar para todos os galpões.....	60
Figura 38 Gráfico comparativo das concentrações de CO <sub>2</sub> semanais dadas em cada um dos galpões.....	65
Figura 39 Distribuição espacial da concentração de CO <sub>2</sub> nos galpões A1 (a) e A2 (b).....	66
Figura 40 Distribuição espacial da concentração de CO <sub>2</sub> nos galpões B1 (a) e B2 (b).....	66
Figura 41 Distribuição espacial da concentração de CO <sub>2</sub> nos galpões C1 (a) e C2 (b).....	67
Figura 42 Distribuição espacial da concentração de CO <sub>2</sub> nos galpões D1 (a) e D2 (b).....	67
Figura 43 Gráfico comparativo de médias da concentração de CO <sub>2</sub> a partir da 4 <sup>a</sup> semana nos galpões com diferentes sistemas de climatização, pressão positiva e pressão negativa.....	68
Figura 44 Gráfico de análise de regressão para todos os sistemas.....	70
Figura 45 Gráfico comparativo das concentrações de NH <sub>3</sub> semanais dadas em cada um dos galpões.....	71
Figura 46 Gráfico comparativo de médias da concentração de NH <sub>3</sub> nos galpões a partir da 4 <sup>a</sup> semana com diferentes sistemas de climatização, pressão positiva.....	72
Figura 47 Distribuição espacial da concentração de NH <sub>3</sub> nos galpões A1 (a) e A2 (b).....	73
Figura 48 Distribuição espacial da concentração de NH <sub>3</sub> nos galpões B1 (a) e B2 (b).....	74
Figura 49 Distribuição espacial da concentração de NH <sub>3</sub> nos galpões C1 (a) e C2 (b).....	74
Figura 50 Distribuição espacial da concentração de NH <sub>3</sub> nos galpões D1 (a) e D2 (b).....	75
Figura 51 Concentração de NH <sub>3</sub> média nos galpões de pressão positiva (a) e pressão negativa (b) nas três diferentes alturas.....	76
Figura 52 Vista frontal da concentração média de NH <sub>3</sub> em três alturas no galpão convencional com cama nova (a) e reutilizada (b).....	77
Figura 53 Vista frontal da concentração média de NH <sub>3</sub> em três alturas no galpão pressão negativa com cama nova (a) e reutilizada (b).....	78
Figura 54 Velocidade do ar nos galpões de pressão positiva (a) e pressão negativa (b) nas três diferentes alturas.....	79
Figura 55 Teste de médias da umidade da cama em porcentagem entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.....	83
Figura 56 Teste de médias do pH da cama em porcentagem entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.....	84
Figura 57 Análise de Regressão entre as variáveis TIC e TSC para cama de Material 1(a) e Material 2 (b).....	85
Figura 58 Comparação das temperaturas médias, TIC (a) e TSC (b) na cama de casca de café+arroz (material 1) para os aviários A e B.....	86
Figura 59 Comparação das temperaturas médias, TIC (a) e TSC (b) na cama de maravalha (material 2) para os aviários C e D.....	86
Figura 60 Teste de médias da temperatura interna da cama (TIC) entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.....	87
Figura 61 Teste de médias da emissão de NH <sub>3</sub> pela cama entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.....	88
Figura 62 Comportamento dos parâmetros de qualidade da cama (Material 1) na condição nova (a) e reutilizada (b).....	91
Figura 63 Comportamento dos parâmetros de qualidade da cama (Material 2) na condição nova (a) e reutilizada (b).....	91

Figura 64 Leitura da presença de <i>salmonella</i> em amostras de cama de galpões de frango através das tiras de detecção pelo kit.....	93
Figura 65 Gráfico comparativo das emissões de CO <sub>2</sub> diárias dadas em gramas por ave em cada um dos galpões .....	94
Figura 66 Emissão de CO <sub>2</sub> em gCO <sub>2</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva A1 e A2. ....	96
Figura 67 Emissão de CO <sub>2</sub> em gCO <sub>2</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa B1 e B2.....	97
Figura 68 Emissão de CO <sub>2</sub> em gCO <sub>2</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa C1 e C2.....	98
Figura 69 Emissão de CO <sub>2</sub> em gCO <sub>2</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa D1 e D2....	100
Figura 70 Gráficos das emissões médias semanais horárias em todos os galpões. ....	101
Figura 71 Análise de Regressão em modelo linear da correlação entre NH <sub>3</sub> (ppm) e CO <sub>2</sub> (ppm). ....	104
Figura 72 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de CO <sub>2</sub> em todos os galpões.....	106
Figura 73 Comparação dos cálculos de densidade do ar kg m <sup>-1</sup> .....	109
Figura 74 Emissão média semanal de NH <sub>3</sub> por galpão em gNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	110
Figura 75 Taxa de ventilação total dos galpões em (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ). ....	111
Figura 76 Emissão de NH <sub>3</sub> em gNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva A1 e A2....	112
Figura 77 Emissão de NH <sub>3</sub> em gNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa B1 e B2. .	114
Figura 78 Emissão de NH <sub>3</sub> em gNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva C1 e C2. .	116
Figura 79 Emissão de NH <sub>3</sub> em gNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva D1 e D2...	118
Figura 80 Gráfico comparativo das emissões de amônia nos galpões de pressão positiva. ....	119
Figura 81 Gráfico comparativo da taxa de ventilação nos galpões de pressão positiva.....	120
Figura 82 Gráfico comparativo das emissões de amônia nos galpões de pressão negativa. ...	122
Figura 83 Gráfico comparativo de médias entre os galpões de pressão negativa quanto à taxa de ventilação (m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup> ). ....	123
Figura 84 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de NH <sub>3</sub> nos galpões A1 e A2.....	124
Figura 85 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de NH <sub>3</sub> nos galpões B1 e B2. ....	124
Figura 86 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de NH <sub>3</sub> nos galpões C1 e C2. ....	125
Figura 87 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de NH <sub>3</sub> nos galpões D1 e D2.....	126
Figura 88 Ajuste de modelos da emissão de amônia (mgNH <sub>3</sub> ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> ) por sistema de ventilação e idade da cama. ....	127
Figura 89 Comportamento do consumo diário de energia elétrica do aviário de pressão positiva A1 e A2 fora da ponta (a) e na ponta (b). ....	129
Figura 90 Comportamento do consumo diário de energia elétrica do aviário de pressão negativa B1 e B2 fora da ponta (a) e na ponta (b). ....	129
Figura 91 Consumo médio diário de energia elétrica dos aviários de pressão positiva C1 e C2 (a) fora da ponta e (b) na ponta.....	130
Figura 92 Consumo médio diário de energia elétrica dos aviários de pressão negativa D1 e D2 (a) fora da ponta e (b) na ponta.....	130
Figura 93 Consumo Total (ponta +fora da ponta) médio semanal .....	132
Figura 94 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão positiva A. ....	134

Figura 95 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão negativa B.....	135
Figura 96 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão positiva C.....	135
Figura 97 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão negativa D.....	135
Figura 98 Temperaturas externas médias diárias diurna e noturna obtidas durante o alojamento nos galpões A e B (a) e C e D (b).....	136
Figura 99 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do aviário pressão positiva A.....	138
Figura 100 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do aviário pressão negativa B.....	138
Figura 101 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do aviário pressão positiva C.....	139
Figura 102 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do aviário pressão negativa D.....	139
Figura 103 Demanda média diária e máxima registrada dos sistemas de produção .....	140
Figura 104 Comportamento fator de potência médio diário do aviário A1 e A2.....	141
Figura 105 Comportamento do fator de potência médio diário do aviário B1 e B2 .....	142
Figura 106 Fator de potência médio diário do sistema Pressão Positiva C1 e C2 .....	142
Figura 107 Fator de potência médio diário do sistema pressão negativa ( <i>dark house</i> ) D1 e D2. .....	143
Figura 108 Gráfico de regressão linear entre o fator de potencia e consumo total, ambos médios diários nos galpões A, B, C e D.....	144
Figura 109 Valores médios do fator de potência comparados através do teste de análise de variância ANOVA.....	144
Figura 110 Análise de Regressão Múltipla entre as variáveis, Consumo, Demanda e fator de potência nos galpões A, B, C e D.....	146
Figura 111 Evolução na dificuldade em caminhar dos frangos de corte.....	152
Figura 112 Prevalência total de calo de pata nos sistemas de pressão positiva e negativa .....	156
Figura 113 Distribuição espacial da ocorrência de calo de pata em sistema de pressão positiva na condição 1 (a) e na condição 2 (b).....	158
Figura 114 Distribuição espacial da ocorrência de calo de pata em sistema de pressão negativa na condição 1 (a) e na condição 2 (b).....	159
Figura 115 Análise de componentes principais para a duas condições de calo de pata no sistema de pressão positiva.....	161
Figura 116 Análise de componentes principais para a duas condições de calo de pata no sistema de pressão negativa.....	161
Figura 117 Dados médios de mortalidade (%) por semana em cada galpão.....	163
Figura 118. Dados de mortalidade total (%) por semana em cada galpão.....	164
Figura 119 Gráfico comparativo de médias entre os dados percentuais de mortalidade em todos os galpões.....	165

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Parâmetros de qualidade do ar.....	17
Tabela 2 Níveis de amônia no ar (adaptado de Scahaw, 2000).....	18
Tabela 3 Descrição dos galpões, condição da cama e período de registro dos dados experimentais.....	30
Tabela 4 Dados médios encontrados pelas estações meteorológicas para os galpões A, B, C e D. ....	52
Tabela 5 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões A1 e A2. ....	53
Tabela 6 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões B1 e B2.....	56
Tabela 7 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões C1 e C2. ....	57
Tabela 8 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões D1 e D2 .....	59
Tabela 9 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão positiva.....	62
Tabela 10 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão negativa.....	62
Tabela 11 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão positiva.....	63
Tabela 12 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão negativa.....	64
Tabela 13 Matriz de correlação entre as três alturas de coleta de concentração de NH <sub>3</sub> para os galpões do tipo A e B .....	75
Tabela 14 Matriz de correlação entre as três alturas de coleta de concentração de NH <sub>3</sub> para os galpões do tipo C e D .....	76
Tabela 15 Equações de ajuste de modelo para descrever a relação entre a concentração de NH <sub>3</sub> em três diferentes alturas.....	80
Tabela 16 Resultados do teste t sobre os parâmetros de qualidade de cama de acordo com o sistema de ventilação.....	81
Tabela 17 Resultado do Teste LSD para emissão de NH <sub>3</sub> .....	90
Tabela 18 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de NH <sub>3</sub> semanal em gCO <sub>2</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	96
Tabela 19 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de CO <sub>2</sub> semanal em gCO <sub>2</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	98
Tabela 20 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de CO <sub>2</sub> semanal em gCO <sub>2</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	99
Tabela 21 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de NH <sub>3</sub> semanal em gCO <sub>2</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	100
Tabela 22 Emissão média de CO <sub>2</sub> pelos galpões em estudo em diferentes unidades .....	107
Tabela 23 Comparativo de médias através do teste t para emissão de NH <sub>3</sub> semanal em kgNH <sub>3</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	114
Tabela 24 Comparativo de médias através do teste t para emissão de NH <sub>3</sub> semanal em kgNH <sub>3</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	116
Tabela 25 Comparativo de médias através do teste t para emissão de NH <sub>3</sub> semanal em kgNH <sub>3</sub> galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> .....	117
Tabela 26 Valores do teste LSD comparativo de médias de emissão de NH <sub>3</sub> entre os galpões de pressão positiva.....	120

Tabela 27 Valores do teste LSD comparativo de médias de taxa de ventilação entre os galpões de pressão positiva.....	121
Tabela 28 Valores do teste LSD comparativo de médias de emissão de NH <sub>3</sub> entre os galpões de pressão negativa.....	122
Tabela 29 Emissão média de NH <sub>3</sub> pelos galpões em estudo em diferentes unidades. ....	128
Tabela 30 Comparação dos dados de emissão de amônia com dados de literatura.....	128
Tabela 31 Resultados da análise de variância do consumo de energia elétrica semanal entre os sistemas de pressão positiva e negativa.....	133
Tabela 32 Indicadores de eficiência energética.....	147
Tabela 33 Incidência de problemas de pernas no sistema com pressão positiva .....	150
Tabela 34 Incidência de problemas de pernas no sistema com pressão negativa.....	150
Tabela 35 Incidência de problemas de pernas entre o sistema pressão positiva e pressão negativa.....	151
Tabela 36 Incidência de problemas de pernas entre as faces norte e sul dos sistemas de produção .....	153
Tabela 37 Coeficiente de correlação de Pearson para iluminância e a incidência de problemas de pernas .....	154
Tabela 38 Resultado do Teste LSD para prevalência das condições 1 e 2 de calo de pata nos sistemas de pressão positiva e negativa.....	157

## RESUMO

A produção de gases no interior de galpões e suas emissões estão intimamente ligados ao microclima estabelecido no galpão pela sua temperatura, umidade e velocidade do ar. Sendo assim, o ambiente gerado no galpão, é por sua vez influenciado pela tipologia construtiva dos galpões e pelo sistema de ventilação. Este trabalho teve por objetivo geral avaliar os ambientes aéreo e térmico de galpões visando caracterizar as condições de criação de frango de corte, com base na qualidade da cama e do ar, gerados em galpões com ventilação mecânica positiva e negativa. Este projeto foi realizado em três granjas localizadas no estado de São Paulo pertencentes a duas integradoras distintas, onde oito aviários, sendo 4 do tipo pressão positiva e 4 do tipo do tipo pressão negativa, chamados de *Blue house* e *Dark house*. Foram avaliados Nestes galpões foi realizado o monitoramento das variáveis climáticas, a performance dos sistemas de ventilação utilizados, os níveis de concentração e emissão da amônia e dióxido de carbono, as condições da cama, seu pH, umidade, temperatura e condição microbiológica e serão correlacionadas a qualidade da cama gerada com a porcentagem de problemas locomotores e mortalidade dos lotes criados em galpões com ventilação mecânica positiva e negativa, em lotes com cama nova e reutilizada. Os resultados mostraram a influência dos galpões de pressão negativa na taxa de emissão de gases, CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> devido às suas maiores taxas de ventilação com valores que variaram de 0,25 – 0,51 gNH<sub>3</sub>/ave/dia e 387 a 907 KgCO<sub>2</sub>/galpão/dia. De acordo com o tipo de cama, se nova ou reutilizada os valores de emissão foram mais baixos para os galpões com cama nova, mesmo quando comparado os sistemas dentre si, p-valor <0,05. Os sistemas de ventilação negativa apresentaram maior consumo energético caracterizado pela potência dos seus exaustores e pelo manejo da ventilação constantemente usada durante todo o ciclo de criação. Os galpões não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os seus dados zootécnicos o que caracterizou que o manejo adotado pelas integradoras foi satisfatório à produção. Através desta avaliação foi possível observar a distinção entre os sistemas de ventilação positiva e negativa quanto à emissão de gases, ao consumo energético e a sua produtividade e a viabilidade do sistema de pressão negativa na produção de frangos de corte.

**Palavras-Chaves:** cama de frango, gases, emissão

## ABSTRACT

Gases production and its emission in broilers housing are related to the microclimate established in terms of temperature, humidity and air speed inside the housing. So, the environment generated in the housing is influenced by the constructive characteristics of the barn and by the adopted ventilation system. This work had as general objective to evaluate aerial and thermal environments of broiler housings aiming to characterize the conditions of broiler production, looking for the litter and air quality generated in barns with positive and negative ventilation systems. This project was carried out in three farms located in São Paulo State, under two different integrator companies responsible for the flocks management. In the total eight broiler houses were evaluated being four houses named positive pressure and four named negative pressure. Both systems were mechanically ventilated systems. Climatic variables, the performance of ventilation systems, gases concentration levels and emissions were monitored in these houses. Further research was carried out about the litter condition, its pH, humidity, temperature and its correlation between litter quality and mortality and lameness incidence on the flocks. The results showed the influence of the negative pressure systems on the, CO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> emission rate due to their higher ventilation rates with values ranging from 0.25 to 0.51 and from 387 to 907 gNH<sub>3</sub>/bird/day and KgCO<sub>2</sub> /house /day. The emissions rates were lower according to the type of litter, new or built-up even when compared among the systems themselves, p-value <0.05. Negative pressure systems had higher energy consumption characterized by the power of exhausters motor and ventilation management that was constantly running throughout the growing period. The broiler houses showed no statistically significant differences between their data production that means that management adopted by integrator companies was satisfactory. Through this assessment it was possible to observe the distinction between the positive and negative ventilation systems on the emissions rates, energy consumption and its productivity where it was also noticed the viability of the negative pressure system in the broilers production.

**Keywords:** broiler litter, gases, emission

## **1. INTRODUÇÃO**

O bem-estar de animais confinados é intimamente dependente do projeto e da concepção das instalações e dos equipamentos utilizados. Mecanismos diretos e indiretos afetam a saúde e desempenho dos animais, o que deve ser traduzido em especificações e projetos para as instalações. Segundo Wathes (2004), o impacto do ambiente na produção animal, na saúde e produtividade animal tem mostrado pontos de estrangulamento no que diz respeito ao projeto das instalações. Segundo o autor, as construções rurais do futuro, devem prever muito mais que o simples fornecimento de sombra para o confinamento dos animais, pois, as demandas de bem-estar inerentes ao consumidor aumentaram consideravelmente, exigindo novos conceitos de projeto.

Nesse contexto, entra a problemática da cama de aviário, que é composta por uma camada de substrato, geralmente 10 cm de maravalha, que tem como função a absorção de umidade, diluição das excretas, manutenção térmica e isolamento do piso (NOLL, 1992).

Após criação de um lote de aves, a cama consiste prioritariamente de 14% de proteína bruta, 16% de fibra bruta, 13% de matéria mineral e 0,41% de extrato etéreo (EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 1991). Esse ambiente criado na cama favorece a proliferação de vários microorganismos, que devem ser neutralizados no tratamento que se dá a cama antes de sua reutilização. Trabalhos científicos, (ELWINGER et al., 1998 e GRAVE et al., 2004), também mostram um aumento considerável na concentração de bactérias com alta resistência a antibióticos, em camas reutilizadas, o que, se transferido à carne de frango, pode-se tornar um problema sério de saúde pública.

Camas com altos níveis de umidade acarretam uma maior produção de gases como amônia, por exemplo, aumentando significativamente o descarte de frangos por calos de peito e problemas locomotores, lesando as chamadas partes “ditas nobres” do frango: peito e coxas.

O excesso de amônia no ambiente leva a uma pior conversão alimentar por parte das aves, menor ganho de peso, e, quando em altos níveis, acaba por irritar o seu sistema respiratório, aumentando os problemas respiratórios, podendo inclusive causar cegueira e óbito.

Paganini (2004) citou que a cama pode ser fator determinante de lesões de patas e peito, importantes causas de condenações dessas partes no abatedouro, resultando em grande perda econômica às empresas processadoras.

A emissão de gases dos aviários pode acarretar sérios problemas ambientais principalmente nas regiões do entorno da granja, acarretando mau cheiro e aumentando a concentração de insetos como moscas, por exemplo.

A produção do gás amônia na cama, é influenciada pelo tipo de material empregado na cama, sua temperatura, seu pH e sua umidade. Estes fatores estão intimamente ligados ao microclima estabelecido no galpão pela sua temperatura, umidade e velocidade do ar. Sendo assim, o ambiente gerado no galpão, é, por sua vez, influenciado pela tipologia construtiva dos galpões e pelo sistema de ventilação adotado, além de outros fatores inerentes ao macroclima local, envolvendo a topografia e o tipo de vegetação presente no entorno do galpão.

A ventilação é um dos fatores mais importantes capaz de condicionar em boa parte o êxito da produção, reduzindo a umidade produzida no galpão pela respiração das aves, a umidade presente na cama, renovando o ar, auxiliando na remoção do calor produzido na instalação e principalmente eliminando o gás amoniacal que se forma pela fermentação orgânica das camas mal conservadas.

Atualmente na avicultura de corte predomina o sistema de ventilação tipo túnel, com cortinas suspensas permanentemente e sistema mecanizado de ventilação. Dentro da ventilação tipo túnel, alguns avicultores optam pela ventilação por pressão negativa (por exaustão) ou pela pressão positiva (utilizando ventiladores); porém, ainda não está definido qual dos dois sistemas é mais eficiente do ponto de vista energético e mais adequado ao bem-estar animal.

## **1.1 Justificativa**

Com a produção de 11.021.000 ton. de carne de frango em 2009 e já somando 6.821.700 ton. produzidas até junho de 2010, o Brasil destina cerca de 30% de toda a produção para o mercado externo, ocupando o 1º lugar dos países exportadores de carne de frango (UBA, 2010). Devido a essa posição, é fundamental se adequar as exigências internacionais

dos padrões de qualidade, procurando sempre recursos alternativos de melhoria, sem grande incremento no custo de produção.

Tanto a União Européia, como o Japão, dois grandes importadores de carne de frango do Brasil, colocaram como exigências ao Brasil se adequar aos padrões europeus de qualidade na produção, incluindo o uso e o reuso das camas de frango, em aviários de frango de corte. Sabe-se que um lote de frangos é mais produtivo e apresenta menos problemas sanitários, quando criado com uma cama de boa qualidade, respeitando os requisitos do bem-estar animal e as questões ambientais.

Por outro lado, as negociações internacionais para mitigação das emissões de gases de efeito estufa e emissão de amônia têm sido discutidas entre os países, para o desenvolvimento de inventários baseados nos dados dessas emissões, assim como as suas fontes e principais áreas de ocorrência. Dentre as distintas fontes de emissão de metano e amônia, a produção animal e agricultura são as mais importantes representando 40% do metano e óxido nítrico e 90% da amônia emitidos (MORARD, 2000).

Esses fatores tornam importante o entendimento das relações existentes entre sistemas de ventilação, amplamente utilizados na avicultura de corte industrial e o ambiente gerado no interior dos aviários, visando maior qualidade do ar e da cama e procurando reduzir problemas sanitários, condenação de carcaças e, conseqüentemente, administrar a qualidade da carne de frango produzida.

## **1.2 Hipótese**

Este trabalho tem como hipótese que, diferentes aviários, com distintos conceitos de dimensionamento de sistemas de ventilação e iluminação, geram ambientes diferenciados para a produção de frangos de corte.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

Este trabalho teve por objetivo geral avaliar os ambientes aéreo e térmico de galpões visando caracterizar as condições de criação de frango de corte, com base na qualidade da cama e do ar gerados em galpões com ventilação mecânica positiva e negativa.

### **2.2. Objetivos específicos**

- 1) Avaliar o ambiente térmico (temperatura, umidade relativa e ventilação) de galpões com diferentes sistemas de ventilação;
- 2) Avaliar concentração e emissão dos gases, CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub>, de galpões com diferentes sistemas de ventilação;
- 3) Monitorar a qualidade da cama (pH, umidade e temperatura) de galpões com diferentes sistemas de ventilação;
- 4) Correlacionar a qualidade da cama gerada com a porcentagem de problemas locomotores e os índices produtivos dos lotes criados em galpões com diferentes sistemas de ventilação;
- 6) Avaliar a eficiência elétrica dos sistemas de ventilação propostos.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 A produção de Frangos**

Dentro do complexo brasileiro de carnes, a produção de aves é considerada a atividade mais dinâmica. O desenvolvimento dessa atividade ocorreu a partir do final da década de 50, nos Estados do Sudeste, principalmente, em São Paulo. Posteriormente, na década de 70, período em que houve profunda reorganização do complexo de carnes no Brasil, a atividade se deslocou para a região Sul (GIROTTTO e AVILA, 2003). Nos estados da região Sul, principais produtores e exportadores de frango do país, a produção se deu basicamente em pequenas propriedades e em pequena escala. Atualmente, a fim de atender uma demanda interna e externa crescente, a produção de frangos de corte tem se expandido para outros estados do país. Com a reorganização da base agroindustrial desta cadeia produtiva, principalmente através da implantação de modernos projetos avícolas nos estados da região Centro-Oeste, surge um novo produtor integrado ao sistema, com perfil diferenciado (GARCIA e FERREIRA FILHO, 2005). França et al. (2007) apresentaram um estudo trazendo o perfil do novo produtor, através da comparação de duas estruturas de produção de frangos de corte, definida como o modelo tradicional no município de Videira-SC com o novo modelo implantado em Rio Verde/GO. Este novo modelo de produção apresentou maior competitividade, em função de estabelecer integração com uma menor quantidade de integrados classificados como médios e grandes produtores, com maior capacidade de alojamento por granja e por galpão e pelo uso de sistemas de climatização.

Essa expansão da avicultura brasileira é decorrência da demanda externa tendo como principal justificativa, além da competitividade brasileira, deve-se às questões sanitárias que afetaram vários países desde 2004. A influenza aviária nos países asiáticos, principalmente, possibilitou a entrada do Brasil em novos mercados e abriu a probabilidade de sua ampliação. Para Zilli, (2003), o ganho de produtividade associado à coordenação da cadeia avícola, colocaram o país como um dos mais eficientes produtores. Deste modo, com todos os avanços alcançados pela avicultura brasileira, juntamente com as relativas quedas nos custos e melhoria na qualidade do produto, o Brasil obteve maior inserção no mercado internacional, elevando-o como o maior exportador de carne de frango do mundo (USDA, 2006).

Para Fernandes e Queiroz (2003), outro fator de grande relevância para o aumento da produção brasileira de aves foi a implementação no início dos anos 60 do modelo de integração vertical. Esse modelo permite que os produtores tenham maiores rendimentos na produção, além de possuírem, dentro desse sistema, uma garantia de venda total do seu produto. Assim, as empresas integradoras aproveitaram o aumento da produção, para elevar também as exportações brasileiras de carne de frango, já que era uma situação favorável para as vendas externas.

Segundo Novello (2005), no Brasil, a avicultura é uma das atividades mais avançadas tecnologicamente, principalmente a de corte, com níveis de produtividade melhores que países mais desenvolvidos, o que contribui de forma significativa para o fornecimento de proteína animal de baixo custo e geradora de riquezas para o país. Bueno (2008) ressalta que, o modelo de produção industrial de frangos, requer conhecimento nas mais diversas áreas que compõem a avicultura, sejam elas a nutrição, sanidade, ambiência e genética.

Dessa forma, na busca por melhorias, as pesquisas na avicultura de corte são constantes, a fim de identificar linhagens com características superiores em relação a outras, ambientes mais adequados, produção “ecologicamente correta”, altos índices produtivos e respeitando as questões de bem-estar para que as aves apresentem não apenas um bom desempenho, mas também melhores rendimentos de carcaça e de cortes, bem como um melhor perfil nutricional e de qualidade para o consumidor (STRINGHINI et al., 2003).

### 3.2 Os frangos - Fisiologia e Comportamento

A classificação taxonômica dos frangos pode ser descrita como pertencentes à Ordem, *Galliformes*, Família, *Phasianidae*, Gênero *Gallus*, Espécie, *gallus*. As primeiras referências à domesticação de galináceos surgem em cerâmicas coríntias datadas do século VII a.C. Segundo Hillel et al. (2003), a introdução desta ave como animal doméstico surgiu provavelmente na Ásia, de onde é nativa a espécie *Gallus gallus*.

Os registros antigos mostram a presença de aves selvagens asiáticas na China desde 1400 a.C. Da Grécia antiga, as galinhas espalharam-se pela Europa e os navegadores polinésios levaram estes animais nas suas viagens de colonização do Oceano Pacífico. Quanto a sua chegada ao Brasil, as aves domésticas foram trazidas nos navios portugueses, quando do seu descobrimento (FERREIRA, 2007).

A domesticação pode ser definida como um processo pelo qual animais selvagens são condicionados a viver em companhia dos seres humanos. De acordo com Al-Nasser et al. (2007), esta adaptação dos animais está relacionada às alterações quanto ao comportamento e a fisiologia, sendo que estas mudanças podem variar de acordo com o tipo de domesticação adotada, se para a produção de carne ou de ovos. Entretanto, Vaisanen et al. (2005) relatam que alguns tipos de comportamento ainda assim foram mantidos, como aqueles relacionados à vocalização, dominância e agressividade, e a corte entre os sexos, apesar de que possivelmente sofreram mudanças quanto a sua frequência e intensidade.

Um exemplo de comportamento que sofreu alterações, descrito por Weeks e Nicol, (2006) é o ato de ciscar, que é um comportamento natural das aves em busca de alimento e que nos frangos modernos foi reduzido, sendo explicado pela grande quantidade de alimento fornecido às aves e o espaço reduzido devido à alta densidade nos alojamentos.

Um comportamento bastante visualizado em condições de alojamento é quando as aves estão expostas ao calor, na tentativa de dissipar o calor a ave aumenta a sua superfície corporal, mantendo as asas abertas, afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. A perda de calor não evaporativo pode também ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES et al., 2003).

As características na produção de frangos foram responsáveis por uma série de mudanças comportamentais e fisiológicas nas aves, uma vez que, a seleção feita no

melhoramento genético, buscando maior ganho de peso, alta eficiência alimentar, alta viabilidade, maior rendimento de carcaça com menor deposição de gordura desencadearam também síndromes fisiológicas, dentre as quais se destacam o estresse calórico, a morte súbita e a ascite (SANCHEZ et al., 2000). Segundo Rosário et al, (2004), a ascite se enquadra no conceito das síndromes multifatoriais, uma vez que sua manifestação ocorre quando certos fatores genéticos e ambientais atuam em conjunto determinando o processo.

As aves com ascite apresentam um quadro clínico mórbido caracterizado por anorexia, perda de peso, respiração ofegante e imobilidade. A hipertensão pulmonar crônica resulta na hipertrofia do ventrículo direito, e as aves suscetíveis apresentam valor da relação ventrículo direito /ventrículo total acima de 0,37 (LUBRITZ e McPHERSON, 1994), além de causar mau funcionamento da válvula atrial-ventricular direita, que acaba permitindo refluxo do sangue venoso dentro da veia cava. Isso leva à congestão do fígado e ao extravasamento de líquido pela sua superfície. Quando a taxa de extravasamento é maior que a capacidade das membranas abdominais em absorver o líquido, a ascite se desenvolve. Isso eventualmente conduz à morte por falha respiratória causada pela pressão do líquido nos sacos aéreos (JULIAN, 1993).

A ascite está correlacionada com alta demanda de oxigênio, em vista do rápido crescimento das aves, sobrecarregando os pulmões e o coração, induzindo desta forma a falhas cardíacas, danos vasculares, hipoproteinemia e, secundariamente, falhas renais, que resultam na retenção de eletrólitos. Segundo Gonzales e Macari (2000), ela está relacionada à alta velocidade de crescimento do frango entre 7 e 21 dias de vida, ocorrendo a maior incidência em aves machos e no inverno. De acordo com Al-Nassar et al. (2007), qualquer mudança fisiológica ocorrida durante o processo de produção animal é um processo de adaptação necessário a esta nova fase, incluindo o novo ambiente e o novo manejo.

### **3.3 Bem-estar animal**

Bem-estar animal é um termo bastante utilizado ultimamente, tem sido motivo de preocupação nas questões ambientais, tornando-se um desafio dentro dos processos de produção animal. Segundo Bracke et al. (2001), o bem-estar pode ser considerado baseado nas necessidades biológicas do animal. Uma definição de bem-estar bastante utilizada hoje foi estabelecida pela FAWC (*Farm Animal Welfare Council*), na Inglaterra, mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais: a liberdade fisiológica - ausência

de fome ou de sede; a liberdade ambiental - edificações adaptadas; a liberdade sanitária - ausência de doenças; a liberdade comportamental - possibilidade de exprimir comportamentos normais; e a liberdade psicológica - ausência de medo ou ansiedade.

De acordo com Manning et al. (2007a) os tradicionais indicadores de bem-estar na avicultura, como a taxa de mortalidade, morbidade, calos de peito, problemas locomotores, não seriam ideais para a mensuração de bem-estar, pois não funcionam de forma preventiva. As informações obtidas a partir destes dados são conseguidas quando estas situações já ocorreram, com isso o bem-estar insipiente já foi instalado. O ideal é se trabalhar com indicadores que previnam estas situações, dentre eles, os consumos de água, alimento e o ganho de peso.

A água é nutriente vital, está envolvida em muitos aspectos do metabolismo incluindo controle da temperatura corporal, digestão e absorção de alimentos, transporte de nutrientes e eliminação de toxinas através da urina (JAFARI et al., 2006). Segundo DEFRA (2002), na prática, o monitoramento do consumo de água pelas aves em um galpão dá-se pelo cálculo de 1L 1000 aves<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>. Ávila (2007) aplica outra forma de mensuração do consumo de água, sendo que este é variável conforme a idade, temperatura ambiente e o tipo de ração. O autor considera um consumo de três litros de água por quilo de ração consumida como um valor de referência na criação de frangos. E em qualquer fase da criação de frangos, a água deve ser abundante, limpa e fresca com temperatura em torno de 20°C.

O aumento ou diminuição nos níveis de consumo pode ser um indicativo de problemas na saúde das aves (BOTTCHER et al., 1999), podendo principalmente estar relacionado às questões do ambiente térmico ou ainda relacionado a problemas de manejo, como pesquisado por Vieira e Lima (2005), que concluíram que aves alimentadas com dieta totalmente à base de vegetais, ingerem maior quantidade de água, produzindo maior quantidade de excreta. Também Sharnam et al. (2008) em seu estudo comparativo entre dois tipos de ração chamadas de R1 e R2, juntamente com dois tipos de materiais de cama, casca de arroz (L1) e maravalha mais areia (L2), mediram a ingestão de alimentos e o consumo de água de 800 aves divididas em quatro tratamentos, observando que as diferenças no arraçoamento e no substrato da cama apresentaram diferenças significativas, sendo que as aves criadas no ambiente L2 apresentaram ligeiro aumento no consumo de água (L2R2- 218,5 e

L2R1 -217,5 ml dia<sup>-1</sup>) em relação às aves criadas no ambiente L1 (L1R1 -216,1 e L1R2-209,8ml/dia).

Manning et al. (2007b), em seu estudo através da análise dos dados de consumo de água de frangos de corte comercial, encontraram correlação, entre o consumo total de água e a incidência de dermatites no coxim plantar, assim como a influência de efeitos multifatoriais sobre o consumo de água e a qualidade da cama. Os autores consideraram que o consumo de água é um indicador crítico (térmico e sanitário) de desempenho das aves que os produtores deveriam usar, seja para monitorar, como para aumentar a performance das aves em relação à sua saúde e ao seu bem-estar.

### **3.4 Ambiente térmico**

Muitas pesquisas foram realizadas relacionando a produtividade *versus* o estresse térmico na produção animal, assim como a solução para estas condições (NOLL, 1992; NÄÄS, 1989; BOTTCHEER et al, 1999; PEREIRA e NÄÄS, 2008). O ambiente térmico é um importante agente estressor na avicultura. O resultado do estresse térmico vem da interação entre temperatura do ar, umidade relativa, calor radiante e velocidade do vento (LIN et al, 2006). De acordo com Tao e Xin, (2003), quando a temperatura ambiental está dentro da zona termoneutra a temperatura interna de aves adultas é mantida em torno de 41,2 a 42,2° C, mas quando a temperatura ambiental aumenta, mecanismos biofísicos, tais como a redução na ingestão de alimentos, são acionados. Se esses mecanismos forem insuficientes para manter a homeotermia a temperatura interna aumenta levando a morte por exaustão térmica. No caso de frangos de corte adultos, a temperatura ambiente deve ser de 21,1 °C, a umidade relativa 50%, a renovação de ar deve ocorrer em menos de 1,3 min e a velocidade máxima do ar deve estar entre 2,29 e 2,41 m s<sup>-1</sup> (BARNWELL e ROSSI, 2003).

A umidade também possui um importante papel para a produção em confinamento, pois afeta a sensação térmica dos animais, já que o calor pode ser bem tolerável com uma umidade relativa (UR) baixa e não quando esta está elevada. Já com UR elevada, em microclima frio, pode ocorrer a condensação sobre paredes e demais componentes da instalação, com o aumento da umidade da cama e eventual surgimento de doenças. Na produção de aves durante a primeira semana de criação, geralmente são observados valores baixos de UR, associados com aumento de poeira, devido às altas temperaturas alcançadas pelos sistemas de aquecimento e a baixa concentração de peso vivo por m<sup>2</sup>. Quando próximo

ao abate, produz-se a situação contrária, com UR excessiva, dependendo de diversos fatores, como: taxa de ventilação e volume de água derramada dos bebedouros, condições de umidade da cama e a taxa de evaporação da água presente nos dejetos.

A alta produtividade torna-se possível desde que as condições dentro do aviário estejam próximas do ideal, onde fora da zona termoneutra (Figura 1), as aves sofrem drasticamente ajustes fisiológicos para manter sua temperatura interna, causando com isso a redução na sua produção, pois a energia e nutrientes obtidos da sua alimentação deixam de ser usados para seu crescimento e desenvolvimento, para então, produzir ou dissipar calor (PENZ, 1991).

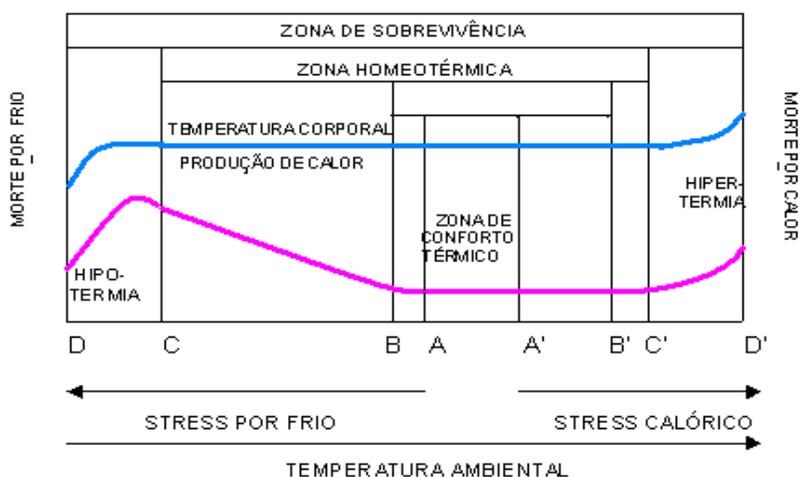


Figura 1 Zona de conforto térmico ou zona termoneutra, (MULLER, 1989).

### 3.5 Ventilação

A ventilação é um meio eficiente para reduzir a temperatura de bulbo seco por perda convectiva de calor, sendo também um dos fatores importantes para condicionar o êxito da produção, promovendo: a eliminação da umidade produzida pela respiração das aves; o controle da temperatura ambiental, tanto em período quentes quanto em frios; a renovação do oxigênio ambiental consumido pela respiração das aves; e eliminação do gás amoniacal que se forma pela fermentação orgânica das camas. Por ser um procedimento contínuo, tanto o excesso como a falta de ventilação, podem interferir no resultado final do processo de produção de frangos (MOURA, 2001).

A ventilação pode ser classificada como, ventilação natural ou espontânea, que se divide em: ventilação dinâmica e térmica, e ventilação artificial (mecânica ou forçada), que se divide em pressão positiva (pressurização) e pressão negativa (exaustão), (ASAE, 1998), devendo ser utilizada de acordo com condições climáticas onde a granja está localizada (NÄÄS et al., 1995).

### **3.5.1 Ventilação Natural**

A ventilação natural segundo Albright (1990) é a ventilação induzida por meios naturais, entre eles, o vento e a pela diferença de temperatura, podendo ser ajustada para fornecer renovação do ar tanto quanto a ventilação mecanizada desde que seja feito um projeto adequado da instalação juntamente com boas condições climáticas.

A ventilação natural permite controle da pureza do ar, provendo a instalação de oxigênio, eliminando amônia, CO<sub>2</sub> e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores (ventilação higiênica), possibilitando também, dentro de certos limites, controlar a temperatura e a umidade do ar nos ambientes habitados (ventilação térmica), de tal forma que o ar expelido, quente e úmido, seja substituído e, assim, aumente a perda calorífica por convecção (MENDES, 2005). O dimensionamento de um sistema de ventilação natural é complexo, especialmente porque as quantidades, intensidade e direção dos ventos modificam-se continuamente (TINÔCO, 2001). O manejo da ventilação dentro dos aviários varia de acordo com a estação do ano. A ventilação de verão, necessária para aviários, deve atender conjuntamente as exigências térmicas e higiênicas, influenciadas pela localização da construção, área, abertura e posição das cortinas protetoras dos galpões (ABREU, 2003).

### **3.5.2 Ventilação artificial**

A ventilação artificial é empregada para retirar resíduos da respiração das aves, da cama de frango e controlar algumas variáveis meteorológicas no ambiente interno, onde o fluxo natural de ar, por si só não é o bastante para esta função. Neste caso, a renovação do ar é forçada através da utilização de equipamentos e outros métodos. Os equipamentos especiais, como exaustores e ventiladores, são acionados sempre que as condições naturais de ventilação não proporcionam adequada movimentação do ar ou abaixamento de temperatura. Tem a vantagem de permitir filtragem, distribuição uniforme e suficiente do ar no aviário e ser

independente das condições atmosféricas. Permite fácil controle da taxa de ventilação através do dimensionamento dos ventiladores, das entradas e saídas de ar (MENDES, 2005).

Diante do exposto quanto às vantagens no uso de sistemas de ventilação na avicultura, Carvalho et al. (2004) afirmam que a climatização por meios artificiais é, sem dúvida, uma das medidas mais eficientes para controle do ambiente. Porém, para se adotar um sistema de climatização tem que se levar em conta o nível tecnológico da exploração, o potencial genético dos animais e, sobretudo, o nível de mão-de-obra.

### 3.5.2.1 Ventilação Artificial - Pressão Positiva

O sistema de pressão positiva ou pressurização é composto por ventiladores que podem ser distribuídos de forma longitudinal ou transversal. Quando dispostos transversalmente devem ficar a favor dos ventos predominantes, como mostrado na Figura 2a. Na Figura 2b é apresentada a distribuição de forma longitudinal, sendo necessário o fechamento das cortinas laterais para a formação da ventilação tipo túnel (ABREU, 2003)

Neste tipo de ventilação artificial os ventiladores tem a função de movimentar o ar no galpão de maneira uniforme, para evitar as chamadas “zonas mortas”, ou seja, áreas onde não foi possível a renovação do ar e diminuição da umidade, tornando essas áreas inóspitas e prejudiciais às aves. A eficiência desse sistema está intimamente relacionada à quantidade, distribuição e posição, assim como da vazão dos ventiladores.

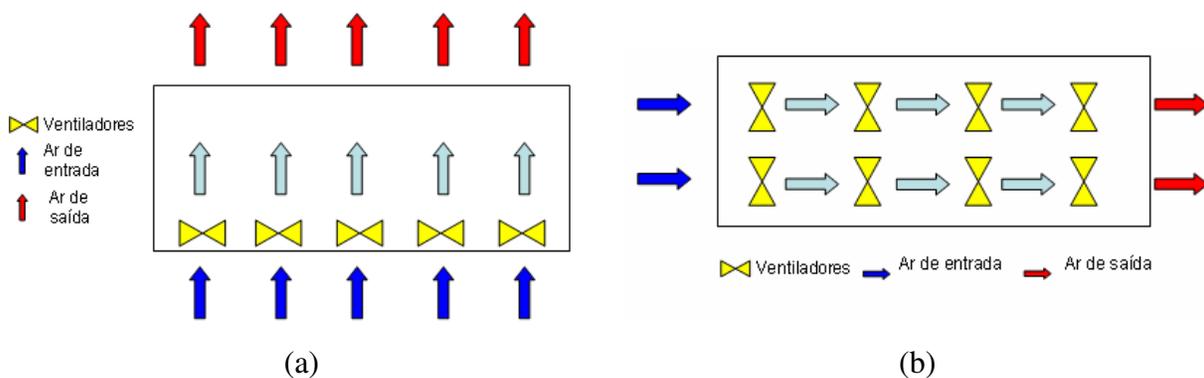


Figura 2 Sistema de ventilação positiva na forma transversal (a) e longitudinal (b), com formação de túnel.

De acordo com Abreu e Abreu (2005), a ventilação pode ser intensificada por meio de aberturas, dispostas convenientemente em paredes opostas e na direção dos ventos dominantes, onde o ar flui sempre de um ponto de alta pressão, para um ponto de baixa pressão. A ação dos ventos, embora intermitente, ocasiona o escalonamento das pressões no sentido horizontal. Quando uma corrente de ar perde velocidade, a pressão sobe. Quanto maior a diferença de pressão, maior será a velocidade do ar.

Quanto às pesquisas sobre estes tipos de sistemas, é observado que apresentam resultados distintos sobre a produtividade das aves. Em trabalho com modelos em escala para produção de frangos de corte, simulando um sistema parcialmente fechado com ventilação forçada, Nääs et al. (1998) concluíram que este sistema é muito eficiente, principalmente para temperaturas superiores a 30°C.

A eficiência desse sistema pode estar atrelada a parâmetros construtivos dos galpões, sendo um deles quanto à orientação do aviário, abordado por Moura (1998) que testou o efeito da ventilação em modelos em escala reduzida e distorcida, com orientações diferentes, encontrando que, a ventilação forçada nos modelos orientados nas duas direções (norte-sul e leste-oeste) contribuiu para a redução da temperatura de bulbo seco, em média 2 °C, e da temperatura de globo negro, em média 3 °C. Outro fator que também está relacionado com a eficiência é o manejo da densidade dos lotes, visto em Sevegnani et al. (2001), que observaram que, com o uso de ventiladores com 0,3 e 1,0 m s<sup>-1</sup> de velocidade do ar, houve maior perda de calor sensível e latente de frangos de corte, devido à ventilação mais intensa, sendo mais eficiente nas densidades menores (9 e 16 aves m<sup>-2</sup>).

Há também outras características a serem consideradas nesse sistema, como as apresentadas por Czarick (2006), pois segundo este autor, a performance dos ventiladores em um sistema tipo túnel é dependente de fatores relacionados ao próprio equipamento, ou seja, muita atenção deve ser dada ao volume de ar a ser renovado pelo ventilador, a sua taxa de ventilação e sua eficiência energética

### **3.5.2.2 Ventilação Artificial – Pressão Negativa**

Neste tipo de ventilação o processo é inverso à ventilação positiva, pois os exaustores por meio da sucção, forçam o ar de dentro para fora do aviário, o que leva a formação parcial

de vácuo no interior do galpão, considerando um isolamento adequado com o uso de cortinas (Figura 3).

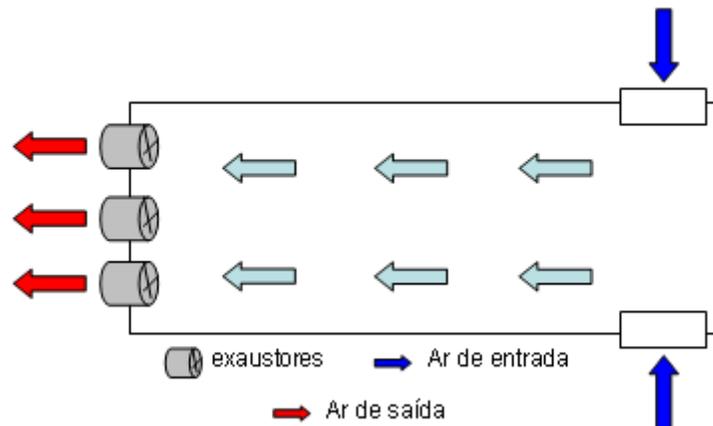


Figura 3 Sistema de ventilação mecânica tipo pressão negativa.

Segundo Abreu (2003), os exaustores devem ser dimensionados para possibilitar a renovação de ar do aviário a cada minuto e à velocidade de 2 a 2,5 m s<sup>-1</sup>, sendo que a eficiência desse processo depende de uma boa vedação do aviário, evitando perdas de ar. O número de exaustores necessários a um galpão de frango de corte vai depender da vazão de cada exaustor da área da seção transversal do galpão, e da velocidade do ar para manutenção do conforto térmico das aves (CZARICK e LACY, 1999). Podendo ser assim apresentado:

$$N^{\circ} = \frac{L \times H \times V}{C} \quad \text{Equação 1}$$

Onde,

N<sup>o</sup> - é o número de exaustores;

L - é a largura do galpão;

H - é a altura do galpão;

V - é a velocidade do ar necessária;

C - é a vazão do exaustor.

Miragliotta (2001), comparando os níveis de amônia em galpões de frango de corte em sistemas de ventilação e densidade diferenciados, mostrou que o sistema de ventilação tipo

túnel removeu os gases gerados dentro das instalações que estavam com densidade de 18 aves m<sup>-2</sup>, garantindo qualidade de ar adequada, sendo mais eficiente do que o sistema de ventilação convencional, em instalações com densidade de 13 -15 aves m<sup>-2</sup>.

Um estudo comparativo entre os sistemas de ventilação natural e forçada, em diferentes estações do ano, foi também realizado por Lee et al. (2003), na Coréia, durante o verão, outono e inverno, onde para a ventilação mecânica, a temperatura máxima média interna foi 10,4°C mais alta do que o recomendado durante o verão, enquanto para ventilação natural foi 14°C; e as temperaturas máximas, médias e mínimas foram 9,8°C, 3,5°C, e 0,7°C para ventilação forçada e 20,7°C, 9,1°C, 1,8°C para ventilação natural.

Quanto ao consumo e uso racional da energia elétrica pelos sistemas de climatização, Bueno (2004) verificou que em galpões de frango de corte, criados em dois diferentes sistemas de climatização, existiam inúmeras falhas no uso da energia elétrica para manutenção dos equipamentos, em que segundo Turco et al. (1998), existe uma grande variação no consumo de energia elétrica nos conjunto motor/ventilador utilizados na avicultura brasileira. Estas diferenças podem variar de 0,47 kWh a 0,70 kWh e com uma diferença de consumo de até 27,12%.

Dentre os inúmeros parâmetros a serem levados em conta em um projeto de climatização, já bem discutidos quanto à subestimação, é necessário entender que a ventilação superestimada também é prejudicial, pois além dos gastos no consumo desnecessário, pode tornar o ambiente seco provocando a produção excessiva de pó e problemas respiratórios nas aves, pois todo e qualquer sistema de ventilação para ser eficiente necessita de atenção regular ao seu funcionamento (FURTADO et al., 2003).

### **3.6 Ambiente Aéreo – Concentração de gases**

A qualidade do ar é um fator muito importante para a produção avícola. O ar é a fonte de oxigênio para o metabolismo e veículo de dissipação do excedente de calor, do vapor d'água, de gases provenientes dos animais e decomposição de dejetos, da poeira liberada pela cama (FURLAN, 2006). Essa qualidade pode ser determinada através dos níveis dos gases, poeira e microrganismos (SCAHAW, 2000). Se a ventilação não for eficiente, contaminantes como poeira, amônia, dióxido de carbono, monóxido de carbono e vapor d'água excedente podem ocorrer, causando problemas respiratórios, ascite entre outros (ROSS, 1999).

A relevância do monitoramento do ambiente aéreo em galpões de frangos ocorre não somente em consequência do bem-estar animal, mas também devido às questões de saúde pública, pois as concentrações de poeira, e outros gases produzidos em galpões de confinamento quando acima do nível tolerável, podem afetar tanto a saúde animal quanto a saúde humana. De acordo com Muller et al. (2007) os óxidos de nitrogênio, assim como o CO, SO<sub>2</sub>, oxidantes totais, hidrocarbonetos totais e partículas, são parâmetros principais em medidas rotineiras de controle da qualidade do ar. Constituem-se indicadores potenciais da alteração da composição do ar. A tabela 1 apresenta os níveis permitidos para alguns gases de acordo com diversos autores.

Tabela 1 Parâmetros de qualidade do ar

<b>Parâmetros</b>	<b>ROSS (1999)</b>	<b>IPPC (2003)</b>	<b>BREF</b>	<b>COBB (2008)</b>	<b>DEFRA (2002)</b>
Oxigênio	>19,5%				
Dióxido de Carbono	< 0,3%	0,2 – 0,3%			
Monóxido de Carbono	< 10 ppm	0,01%			
Amônia	< 10 ppm	< 25 ppm		20 – 25 ppm	< 20 ppm por peso da ave
Poeira Respirável	< 3,4 mg/m <sup>3</sup>				

Fonte: Manning et al. (2007a)

### 3.6.1 Amônia

A amônia é um gás formado a partir da decomposição microbiana do ácido úrico eliminado pelas aves. A recomendação máxima de concentração dentro de galpões é de 20 ppm (CIGR, 1994). Quando a quantidade de amônia inalada é superior a 60ppm, a ave fica predisposta a doenças respiratórias e, quando o nível da concentração de amônia no ambiente atinge 100 ppm, há redução da taxa e volume da 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 galpões, com a reutilização da cama (GONZÁLES e SALDANHA, 2001). Níveis de amônia permitidos e suas consequências podem ser observados na Tabela 2.

Tabela 2 Níveis de amônia no ar (adaptado de Scahaw, 2000).

<b>Concentração de amônia no ar (ppm)</b>	<b>Comentários</b>
20	Nível máximo proposto por Wathes (1998). Nível máximo de exposição humana na Alemanha
25	Nível máximo permitido de exposição humana na Inglaterra e na Suécia.
30	Com três dias de exposição observou-se aumento nos problemas respiratórios (Le Menec, 1987).
>50	Redução na taxa de crescimento (Reece et al., 1980). Nível máximo de exposição humana durante 5 minutos.
60-70	Aumento dos níveis de queratoconjuntivite e traqueítes (Valentine, 1964).

Fonte: Manning et al. (2007a)

A volatilização da amônia é atribuída à decomposição microbiana dos compostos nitrogenados, principalmente o ácido úrico, presente na cama dos aviários. O processo de volatilização da amônia é apresentado na Figura 4, sendo mostrada a sua separação em diferentes fases até a sua forma gasosa  $\text{NH}_3$ , podendo ser observado que a fase gasosa é dependente da solução líquida presente no substrato, ou seja, do teor de umidade da cama de frango.

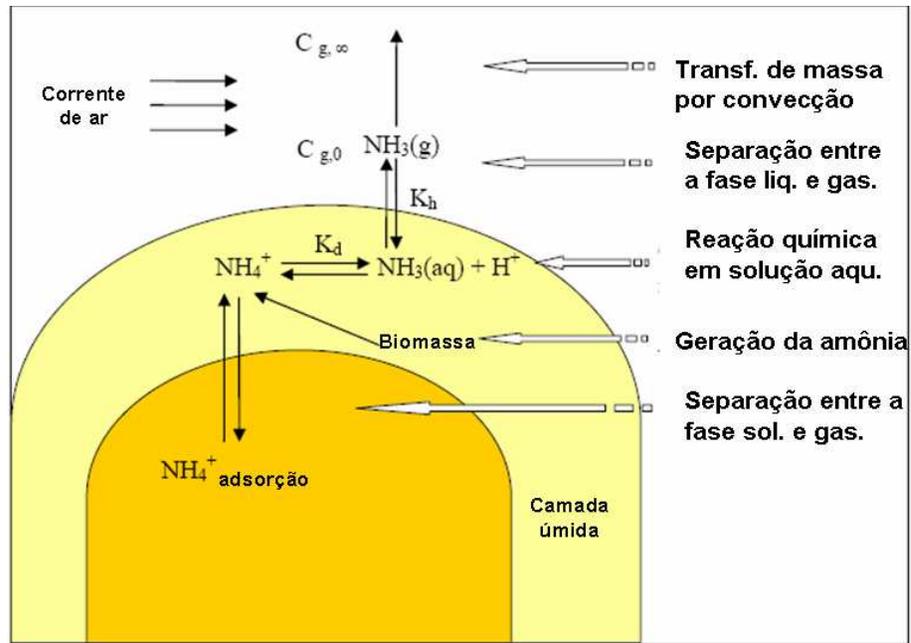


Figura . Processo de volatilização da amônia a partir da biomassa (dejetos) presentes na cama (LIU et al. 2006).

Além disso, a concentração da amônia tende a aumentar com o aumento do pH. A amônia formada permanece baixa, enquanto o pH estiver abaixo de 7. A decomposição do ácido úrico é favorecida em meio alcalino ( $\text{pH} > 7$ ), onde a uricase, enzima responsável pela quebra deste ácido, tem sua atividade máxima em  $\text{pH} = 9$  (BLAKE e HESS, 2001). Um estudo realizado por Wathes et al. (1998), avaliando a qualidade do ar em diferentes instalações para criação de animais (aves, suínos e bovinos), encontrou nos aviários a maior concentração de amônia (variando entre 5 a 30 ppm), poeira e endotoxinas.

Em relação à emissão, um estudo feito por Guiziou e Béline (2005), em galpões de frangos com piso de concreto, encontraram-se emissões entre 0 a  $5,6 \text{ g N h}^{-1}$ , durante os dez primeiros dias de vida das aves até o final do experimento, as taxas de emissão chegaram a  $75 \text{ g N h}^{-1}$ . Durante este período a taxa de fluxo de ar aumentou de 80 para  $9936 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ , juntamente com a densidade das aves, que aumentou de  $0,84$  a  $12,5 \text{ kg m}^{-2}$ , indicando que o aumento da emissão de amônia ocorreu provavelmente devido ao acúmulo de excreta e o crescimento microbológico na cama.

### **3.6.2 Dióxido de Carbono**

O aumento na temperatura ambiente, conhecido como aquecimento global ou efeito estufa, advém do excessivo uso de combustíveis fósseis, desde a revolução industrial, e da rápida destruição das florestas. Entre estes gases, o dióxido de carbono é responsável por aproximadamente 60% destes efeitos (TUNÇ et al., 2006). O CO<sub>2</sub> resulta da oxidação de substâncias orgânicas, incluindo a respiração biológica e queima de biomassa e de combustíveis fósseis. (HYNST et al. 2007). A respiração de animais alojados e a queima incompleta de gases para aquecimento, também contribuem para o aparecimento de concentrações de CO<sub>2</sub> nos aviários.

O CO<sub>2</sub> em grandes concentrações é usado também em processos de atordoamento e abate. Gerritzen et al. (2006) investigaram os efeitos do lento aumento na concentração de CO<sub>2</sub> (0% a 45%) sobre o comportamento de frangos de corte, matrizes, patos e perus, para determinar os efeitos sobre o bem-estar. Os autores não encontram diferenças comportamentais de grande importância que fosse necessário um critério específico de comportamento para cada um em relação ao uso do dióxido de carbono no processo de insensibilização das aves. Dentre as conseqüências de altas concentrações de CO<sub>2</sub> são destaques a falta de ar, ativação do sistema de alerta, hiperventilação e irritação da mucosa nasal (RAJ e GREGORY, 1995).

### **3.7 Emissão e meio ambiente**

De acordo com Wathes et al. (1997) as instalações de produção animal são os maiores produtores de amônia (NH<sub>3</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera, contribuindo para a acidificação do solo e o aquecimento global. Em decorrência das preocupações ambientais relacionadas com o aquecimento da terra, é que gases como o óxido nítrico e o metano, apesar da sua baixa concentração em instalações para aves, ainda assim são avaliados devido a sua contribuição nestas questões. Os principais reflexos ambientais relacionados à emissão e dispersão de gases a partir de instalações para produção animal, referem-se à deposição de ácido, aquecimento global e efeitos locais e regionais da emissão de odores (MIRAGLIOTTA, 2005).

Quanto à emissão de odores há concordância quanto às diversas fontes no meio rural, entretanto há pouco entendimento sobre quais são os constituintes destes odores oriundos da

produção animal. Segundo Trabue et al. (2008), a presença de odores nas comunidades rurais afeta a qualidade de vida nestas áreas, desvalorizando as áreas do entorno. Schiffman e Williams (2005) consideram os odores não somente quanto ao incômodo que causam, mas principalmente quanto aos seus efeitos sobre o meio-ambiente e a saúde. Pesquisas recentes sobre o monitoramento da qualidade do ar têm focado nos compostos orgânicos voláteis como o sulfeto de hidrogênio e amônia, considerados como poluição olfativa (WRIGHT et al., 2005).

Quellete et al (2006), em seu estudo medindo a persistência do odor de oito diferentes fontes: frango de corte, poedeiras, gado de leite, suínos, ar de exaustão da maternidade, creche, terminação e odor artificial, relacionaram que os ambientes com os maiores valores eram aqueles que continham compostos sulfonados, encontrados na produção de suínos e vacas de leite, já os valores de menor persistência foram encontrados nos compostos nitrogenados, tais como a amônia, encontrados na produção de frangos.

Os padrões nacionais de qualidade do ambiente aéreo (NAAQS,) foram estabelecidos pelo EPA em 1997, onde foram considerados os seis poluentes mais comuns nos Estados Unidos da América: o monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e material particulado. Estes poluentes foram escolhidos com base em dois critérios: proteção à saúde pública e proteção ao bem-estar público, tais como risco aos animais, plantações, vegetação e instalações (MUHKHTAR e AUVERMANN, 2006). Segundo Jongebreur et al. (2003), a eutrofização, resultante do desbalanceamento de nutrientes ocasionado pela deposição destes gases, afeta o ecossistema, e quanto mais próxima à instalação mais a vegetação do entorno é afetada.

De acordo com Schmidt et al. (2002), tanto as taxas de emissão de gases quanto poeira estão em função da taxa de ventilação e da concentração dos constituintes no ar de exaustão. Estas concentrações e taxas de ventilação são afetadas por fatores diversos incluindo a temperatura dos ambientes interno e externo, tipo de galpão, manejo dos dejetos, dieta animal, o número e o tamanho dos animais. Entretanto, a ventilação não está necessariamente, conectada aos níveis de emissão de amônia para a atmosfera (BECKER e GRAVES, 2004). A taxa de troca do ar pode sim, influenciar a concentração da amônia na fase de gás livre no ar. Relatou-se que as concentrações da amônia na cama são mais baixas para maiores taxas de troca do ar (taxas de ventilação) (REDWINE et al., 2002).

Segundo Philippe et al. (2007), para se planejar uma redução é importante se conhecer precisamente as emissões, de qualquer gás que seja, associadas com as diferentes técnicas de produção. Na produção de frango, por exemplo, a diversidade das tipologias das instalações aliadas a sistemas de ventilação com diferentes performances, ou mesmo diferenças no manejo das aves, densidade de alojamento, dietas oferecidas e equipamentos utilizados nos galpões podem influenciar diretamente nas taxas de emissão de qualquer gás produzido a partir dessa instalação.

De acordo com Gates et al. (2008), devido às constantes alterações no manejo da produção de frangos de corte, se faz necessário o desenvolvimento de metodologias para avaliar a emissão de gases, como a NH<sub>3</sub>, através de inventários realizados de forma regional ou nacional mas com base nas peculiaridades da produção daquela região ou país.

### **3.8 A cama de frango**

A qualidade do ambiente do galpão é altamente dependente da qualidade da cama, que por sua vez, é o ambiente ideal para a proliferação bacteriana e produção de amônia. Os dois fatores que mais influenciam as condições da cama são os dejetos e a umidade. No caso dos dejetos em sua maior parte está fora do controle dos produtores; entretanto, o controle da umidade da cama pode e deve ser feito (RITZ et al., 2005). O controle da umidade da cama de frango, assim como o pH é importante, pois favorecem a proliferação de patógenos. Segundo Lu et al. (2003) em seu estudo para caracterizar a composição bacteriana da cama de frango, coletou amostras de quatro fazendas do nordeste de Geórgia, EUA, com idades dos lotes variando próximo a seis semanas. Os autores encontraram diversas sequências gênicas de bactérias associadas a doenças em seres humanos e nas aves domésticas, tais como, *Clostridium*, *Staphylococcus*, e *Bordetella spp.*, assim como bactérias com resistência aos aminoglicosídeos e ao cloranfenicol. Fernandes e Furnaleta (2004), em seu trabalho buscaram identificar os principais agentes biológicos a que podem estar expostos os trabalhadores em aviários, na microbiologia da cama aviária; pela análise detectaram 31 gêneros distintos de bactéria na cama, com 82%, predominando bactérias gram-positivas, principalmente *Lactobacillus sp* e *Salinococcus sp.* e alguns *Clostridium sp.*, *Staphylococcus sp* e *Bordetella sp.* Tanto estes microorganismos quanto outros, em decorrência da umidade da cama, podem desencadear doenças de origem virais e bacterianas como a influenza aviária, laringotraqueíte, dermatite ulcerativa, doença de gumboro e o botulismo. Também devem ser levadas em

consideração nas questões sobre reuso da cama, pois são rapidamente disseminadas em cama contaminada (RITZ et al., 2005). Na cama de aviário, pode ser encontrado o equivalente à flora bacteriana intestinal das aves, acrescido de patógenos eventuais.

Omeira et al. (2006) comparando as propriedades químicas e microbiológicas da cama de frango oriunda da produção de frangos de corte e poedeiras criados de forma intensiva e extensiva encontram baixos valores de *Staphylococcus* spp., coliforme totais (indicador de água contaminada), altos níveis de nutrientes e baixos valores de cádmio na produção de poedeiras, e uma vez que a presença de *Staphylococcus* spp., e as concentrações de cádmio na cama são parâmetros críticos apresentando riscos ao ambiente e a saúde humana, os autores concluíram que o sistema intensivo de poedeiras apresentou melhor qualidade de cama para aplicação na agricultura.

Outro aspecto sobre o teor de umidade da cama é a sua influência sobre a incidência de lesões na carcaça de frangos. Uma das funções da cama é proporcionar maior conforto às aves, impedindo que áreas como o coxim plantar, joelho e peito fiquem susceptíveis a lesões (OLIVEIRA et al., 2003). Dessa forma, a qualidade da cama pode ser considerada também em função do substrato utilizado. Martrenchar et al. (2002) realizaram um estudo em 50 lotes de frangos de corte, 27 e 41 lotes comerciais de perus fêmeas e machos, respectivamente; para identificar os fatores de riscos associados à pododermatites, relacionando esses fatores ao tratamento de cama e densidade. As lesões foram classificadas em 0 sem lesão a 3 lesão severa. Neste estudo os autores constataram que os lotes de frango de corte apresentaram 80% das aves com escore 0, sendo associado ao uso de piso concretado com cama de maravalha.

Outro aspecto importante ocorre quanto às questões de reuso da cama, em que Traldi et al. (2004) em seu trabalho avaliando o efeito do probiótico sobre as características da cama reutilizada, para avaliarem lesões de carcaças, encontraram que a cama reutilizada por dois ciclos causou lesões mais leves no coxim plantar das aves que a cama nova. A cama de aviário é rica em nitrogênio não protéico, principalmente na forma de ácido úrico.

Moore Jr. et al. (2000) ao estudarem os efeitos do sulfato de alumínio sobre o pH, verificaram que o sulfato de alumínio, reduziu significativamente o pH da cama, principalmente nas quatro primeiras semanas do ciclo. Outro aditivo utilizado para o tratamento de cama de frango é o gesso agrícola ( $\text{CaSO}_4$ ), que, por intermédio de reações químicas, aumenta a fixação do nitrogênio evitando assim o aumento da concentração de

amônia no ambiente. Oliveira et al. (2003) em sua avaliação sobre o teor de matéria seca, o pH e a quantidade de amônia volatilizada de cama de frango não tratada e tratada com diferentes aditivos, encontraram que o menor valor do pH, (6,97) foi obtido na cama de frango tratada com gesso agrícola. Este menor pH ocorreu devido a grande quantidade do produto usado (40% do peso da cama) e de sua alta capacidade de absorver umidade, o que reduz a atividade das bactérias produtoras de amônia, reduzindo assim o pH da cama.

Segundo Fiorentin (2006), outro tratamento muito utilizado no Brasil é a adição de cal hidratada na cama. A cama é revolvida e adicionada de aproximadamente 450 g de cal por m<sup>2</sup>, o que reduz a atividade de água (Aw) e aumenta o pH ao mesmo tempo. Além de inativar bactérias de interesse, a cal tem sua função durante pelo menos a primeira semana de criação.

### **3.9 Intensidade luminosa**

Os programas de luz aliados as diferentes intensidades luminosas foram testados ao longo dos últimos anos e demonstraram influenciar o desempenho dos frangos de corte de diversas formas. Diversos também têm sido os estudos a respeito deste tema, desde aqueles apenas com enfoque fisiológico como em Campo e Dávila (2002), que observaram que o fotoperíodo tem influência no sistema imune de frangos ou Renden et al. (1994) com estudos hormonais que não observaram efeito do fotoperíodo sobre níveis de cortisona endógeno dos frangos. Estudos relacionando diferentes intensidades luminosas com um programa de fotoperíodo visando observar sua relação com índices zootécnicos e eficácia na produção como em Lien et al. (2007) que observaram que com maior intensidade luminosa e o uso de um programa de fotoperíodo crescente, o ganho de peso, a conversão alimentar e o rendimento de cortes melhoraram.

Os programas de luz realizados com o intuito de controlar a intensidade luminosa na criação de frangos de corte são citados na literatura científica como sendo fatores que influenciam na eficiência zootécnica da produção (DOWNS et al., 2006). Vários tipos de programas de luz podem ser implementos de acordo com a necessidade da produção animal.

Programa de luz com fotoperíodo do tipo limitado, intermitente e crescente foi estudado por Renden et al. (1996), que observaram que frangos de corte expostos a 23L(horas de luz): 1E (horas sem luz), apresentaram rendimentos de carcaça e peito distintos, apesar da redução de ganho de peso. Já Schwean-Lardner et al. (2006) obtiveram melhor rendimento do

peito quando os frangos foram submetidos a programas de fotoperíodos do tipo crescentes (14L: 10E; 23L: 1E). Enquanto que no estudo de Downs et al. (2006) os autores só conseguiram melhor rendimento das asas, em detrimento do peito, quando da redução da iluminação.

A nova tendência que vem ocorrendo nas instalações de frangos de corte tem seguido um padrão com iluminação muito baixa, sendo este manejo muitas das vezes utilizado para diversos gerenciamentos entre eles, a redução de atividades e gasto com energia elétrica. Mas estas alterações podem também interferir em questões sobre o bem-estar. Apesar dos resultados encontrados, em estudos científicos sobre a influência de programas de fotoperíodos e intensidade luminosa sobre a resposta fisiológica das aves ainda serem inconsistentes, Bessei (2005) cita que é pressuposto que longos fotoperíodos e a intensidade de luz podem comprometer o bem-estar das aves.

Dessa forma, novas diretrizes foram criadas nos programas impostos para iluminação para definir o mínimo de intensidade luminosa e o máximo de períodos com baixa luminosidade que deve ser fornecido diariamente às aves. No Reino Unido, as diretrizes foram especificadas com um mínimo de luminosidade de 20 lx e pelo menos um período de escuro sendo recomendadas por organizações como RSPCA e FAWC (PRESCOTT e WATHES, 2001).

Apesar das regulamentações sobre limites de luminosidades, a criação de frangos industrial tende a ocorrer com baixa luminosidade. Pesquisas têm sugerido, que a alta intensidade luminosa pode melhorar a eficiência produtiva e o bem estar de frangos de corte, mas a baixa luminosidade também pode contribuir sobre outros aspectos produtivos. Dessa forma diversos experimentos têm confrontando limites distintos de iluminação no intuito de averiguar seus resultados. Blatchford et al. (2009) desenvolveram um experimento com três intensidades luminosas (5, 50 e 200 lx). Os autores relataram que os frangos criados a 5 lx tiveram menos atividade diurna quando comparados aos criados com 50 e 200 lx. Também não encontraram diferenças para ganho de peso final ou para maioria dos parâmetros imunológicos, com exceção da maior resposta da imunoglobulina M (IgM) em 50 lx.

Também Lien et al. (2007) realizaram um estudo em frangos de corte para comparar os efeitos de baixa intensidade luminosa entre 1 e 10 lx e longos fotoperíodos (18L: 6E e 23L: 1E) em relação à eficácia na produção, bem-estar e rendimento de carcaça. Os resultados

encontrados indicaram que a eficiência produtiva em ambos fotoperíodos com intensidade de luz usados foram semelhantes.

Com os diversos achados científicos, pode se resumir que o programa de iluminação ideal seria aquele que proporcionasse a máxima produção com o mínimo consumo de ração e gasto de energia elétrica sem, no entanto, deixar de lado as expressivas questões de bem-estar.

### **3.10 Problemas locomotores**

Atividades básicas, como buscar alimento, água, abrigo, fugir de predadores ou explorar o ambiente, desenvolvidas pela maioria dos animais em seu habitat natural, são atividades que necessitam de ação locomotora. Entretanto em virtude da intensificação da produção animal, como no caso a avicultura, muitas destas atividades encontram-se reduzidas ou mesmo não expressadas, por parte da limitação de espaço a que são submetidas às aves ou pela simples não existência de fatores que influenciariam no desenvolvimento destas, como no caso da presença de predadores.

A redução da atividade locomotora que apesar de ser influenciada pela falta das atividades anteriormente citadas, também foi acentuada por interferência do homem no que tange ao melhoramento genético e a busca por aves cada vez mais produtivas, com maior rendimento de determinados cortes por questões de mercado. Segundo Velleman, (2000), a indústria avícola está atualmente enfrentando uma alta percentagem de deformidades do tecido ósseo, devido principalmente à seleção genética realizada com intuito de aumentar a taxa de crescimento dos animais.

Também Silva et al (2001) atribuem à seleção genética a responsabilidade pelos problemas de pernas. Os autores citam que a ação rápida em conjunto do crescimento e acúmulo de tecido muscular, aliada a menor velocidade de desenvolvimento do tecido ósseo é o que causaria toda a problemática das anormalidades de pernas largamente encontradas na produção de frangos de corte.

A avicultura de corte brasileira dispõe de uma grande variedade de linhagens, como: Cobb, Ross 308, Ross 508, Hybro PG e outras. Com toda essa variedade é imprescindível atentar para as peculiaridades de cada uma delas, buscando com isso identificar seus potenciais de interesse zootécnico. Essa observação, feita de forma diferenciada por genética tem como base justamente o que a literatura tem afirmado quanto à associação negativa entre o

aumento na ocorrência de problemas locomotores relacionados com os genótipos modernos de frangos de corte (OLIVEIRA, 2006).

Ainda quanto às novas linhagens, Kestin et al. (2001) afirmam que os problemas locomotores e a dificuldade em caminhar por conta destes estão frequentemente ligados a anormalidades esqueléticas que vão desde ao desenvolvimento irregular de ossos e articulações até a ocorrência de infecções com associações a doenças degenerativas.

Outros fatores também associados aos problemas de pernas, como a idade, o ganho de peso e a densidade de alojamentos tem sido amplamente estudados e discutidos. Onde a idade e o ganho de peso se apresentam de forma linear positivamente correlacionados. Segundo Sørensen et al. (2000), a capacidade locomotora está intimamente relacionada ao ganho de peso. Mas outro dado contraditório é apontado por Yalçın et al. (1998), em que os autores acreditam que uma baixa capacidade locomotora das aves, ainda nas suas primeiras semanas de vida, pode levar a ave a não obter alimento da mesma forma que aves sãs, reduzindo assim o seu ganho de peso.

A densidade populacional é outro aspecto importante a ser levado em conta, pois os estudos de comportamento e de lesões nas pernas mostram que uma densidade de criação animal elevada, superior a 25 quilogramas por metro quadrado, pode gerar graves problemas de bem-estar, na medida em que a restrição de movimento provoca pododermatites, lesões nas patas, bolhas de ar no peito, restrições comportamentais e, em última análise, elevadas taxas de mortalidade (OLIVEIRA, 2006). Galpões com esse tipo de alta densidade mesmo se acompanhados de bons sistemas de controle ambientais, verifica-se um aumento abrupto da frequência dos problemas graves (PARLAMENTO EUROPEU, 2006).

No intuito de quantificar os problemas locomotores, a Universidade de Bristol, na Inglaterra, desenvolveu o *gait score*, que avalia grupos de aves nos galpões industriais, de acordo com a idade das aves, levando em conta basicamente a capacidade reativa de locomoção dos animais, variando de 0 a 5 entre imobilidade e movimentação normal das aves no galpão. Várias pesquisas, sobre problemas locomotores em frangos de corte, foram realizadas utilizando o *gait score* (SANOTRA et al., 2001; DAWKINS et al., 2004; CORDEIRO et al. 2009; NAAS et al. 2009; CORDEIRO, 2010).

### **3.11 Uso racional de energia elétrica na avicultura**

A energia elétrica utilizada nas instalações pecuárias para alimentação, iluminação e principalmente, manutenção do conforto térmico animal, é significativa dentro de uma quantificação de custos e a sua relação custo/benefício para o consumo de energia elétrica. Dessa forma, a adequação do sistema elétrico de uma empresa é uma forma de conservar e racionalizar a energia consumida por parte desta produção o que contribui para melhoria e qualidade do uso da energia elétrica, com conseqüente redução de custos operacionais e tarifários, mantendo, igualmente, o conforto e os benefícios que ela proporciona (SALLES e TEIXEIRA, 2003).

Em uma propriedade rural, dentre os maiores responsáveis pelos gastos com energia elétrica estão os motores elétricos. Substituí-los pelos chamados motores de alto rendimento seria uma alternativa para redução de custos onde esta ação pode resultar em uma economia de até 30% no consumo de energia elétrica. A restrição ao uso deste tipo de equipamento é baseada no fato de que sua viabilidade ocorre apenas quando o número de horas anuais de uso for longo, ou seja, acima de 2500 horas. Isso para que o investimento aplicado na sua aquisição possa ser amortizado em um período menor, devido ao seu preço mais elevado que o de motores convencionais. Dessa forma seu funcionamento sempre próximo da plena carga e o ajuste da potência do modelo à do equipamento com a qual ele será utilizado são formas de otimizar sua utilização (ENERGIA, 2001).

A melhoria do uso da energia elétrica na avicultura foi objeto de estudos realizados pela CEMIG/PROCEL (1996) que constatou que somente com o monitoramento do consumo específico da sua propriedade, o produtor pode identificar meios de otimizá-los. De acordo com o exposto, usar racionalmente e conservar eletricidade, é um meio rápido e de baixo custo de implantação, tendo suma importância para produtores do meio agrícola, principalmente os avícolas que trabalham necessariamente com sistemas climatização.

Segundo Byrne et al. (2005) os custos com energia variam entre produtores, dependendo de fatores relacionados à produção, como o número de aves alojadas, a área dos galpões, o consumo elétrico dos equipamentos utilizados e principalmente a forma com que estes são usados.

Rossi (2009) explica que as granjas comerciais rurais estão enquadradas tarifariamente no chamado Grupo A, cuja tensão está na faixa de 2,3 kV a 25 kV. A sua estrutura tarifária possui três modalidades: convencional e horosazonal azul e verde. As

operadoras ainda possuem classificações como período seco (maio a novembro) e úmido (dezembro a abril) e horário de ponta (três horas diárias pré-determinadas) e fora de ponta (restante do dia). Conforme modalidade tarifária e a classificação do período/horário o preço é diferenciado.

Devido a essas variações de consumo nas granjas alguns estudos tem sido realizados avaliando diversos parâmetros na produção de frango de corte, como no estudo de Turco et al. (2002) que analisaram o consumo e custo de energia elétrica em dois ciclos de criação em estações do ano diferentes e encontraram que havia diferenças significativas no consumo de energia elétrica ativa dos equipamentos.

A densidade também tem sido estudada como em Bueno e Rossi (2006) que verificaram falhas na manutenção de aviários com alta e baixa densidade de aves, e ressaltaram a importância de um plano de ação para a implantação de manutenção preventiva em instalações avícolas quanto ao seu consumo elétrico.

#### 4. MATERIAL E MÉTODO

Este projeto foi realizado em três granjas localizadas no estado de São Paulo, nos municípios de Monte Alegre do Sul, Pedreira e Capivari. Sendo que, oito aviários com ventilação mecânica tipo túnel foram avaliados, onde quatro deles possuíam sistema de ventilação positiva (ventiladores), Galpões A1, A2, C1 e C2, e outros quatro com ventilação negativa (por exaustão), Galpões B1, B2 e D1 e D2. A descrição dos galpões de forma resumida encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 Descrição dos galpões, condição da cama e período de registro dos dados experimentais

<b>Galpões</b>	<b>Sistema de ventilação</b>	<b>Dimensão dos galpões</b>	<b>Densidade de alojamento</b>	<b>Aves alojadas</b>	<b>Idade da cama</b>	<b>Tipo de cama</b>	<b>Período de coleta</b>
A1	Pressão positiva	9mx120m	12	13000	Cama nova	Casca de café e arroz	
A2	Pressão positiva	9mx120m	12	13000	Reutilizada 1ª criada	Casca de café e arroz	
B1	Pressão negativa	13mx125m	15	23000	Cama nova	Casca de café e arroz	Inverno
B2	Pressão negativa	22mx90m	15	30000	Reutilizada 1ª criada	Casca de café e arroz	
C1	Pressão positiva	12mx120m	14	20000	Reutilizada 1ª criada	Maravalha	
C2	Pressão positiva	12mx120m	14	20200	Reutilizada 3ª criada	Maravalha	Verão
D1	Pressão negativa	18mx120m	16	34000	Cama nova	Maravalha	
D2	Pressão negativa	18mx120m	16	33500	Reutilizada 1ª criada	Maravalha	

### **-Galpões de Pressão Positiva A1 e A2**

Galpão A1: possui dimensão de 9 x 120m. A altura do pé-direito é 2,5m. O galpão possui bebedouros pendulares automáticos e comedouros manuais. Os equipamentos de climatização são seis ventiladores, sendo quatro modelos de seis pás de seção circular com diâmetro de 1,00m e dois modelos três pás também de 1,00m de diâmetro. Os ventiladores estão espaçados a cada 20m, com exceção dos ventiladores localizados no centro do galpão que distam apenas 4m um do outro. O acionamento destes equipamentos era feito de forma manual e sua vazão média era  $12072 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . Possui duas linhas de nebulização dispostas longitudinalmente com 28 bicos/linhas, sendo os bicos de média pressão. O telhado é de fibrocimento com estruturas de madeira para sustentação. O galpão A1 é apresentado na Figura 5.



Figura 4 Galpão com ventilação tipo túnel com pressão positiva, chamado de “galpão A1”.

Galpão A2: possui dimensão de 9 x 120 m e altura do pé-direito 2,5 m, bebedouros pendulares automáticos e comedouros manuais. Os equipamentos de climatização são sete ventiladores, sendo três modelos de seis pás de seção circular com diâmetro de 1,00 m e quatro modelos de três pás também de 1,00m de diâmetro. Os quatro primeiros ventiladores estão espaçados a cada 15 m, e os demais a cada 18 m um do outro. A disposição dos ventiladores é no sentido longitudinal do galpão. O acionamento destes equipamentos era feito de forma manual e sua vazão média era  $13090 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . Possui duas linhas de nebulização dispostas longitudinalmente com 28 bicos/linhas, sendo os bicos de média pressão. O telhado é de fibrocimento com estruturas de madeira para sustentação. O galpão A2 é apresentado na Figura 6.



Figura 5 Galpão com ventilação tipo túnel com pressão positiva, chamado de “galpão A2”.

#### **-Galpões de Pressão Negativa (blue house) B1 e B2**

Galpão B1: possui dimensão de 13 x 125m. A altura do pé-direito é 3,25m. O galpão possui seis linhas de bebedouros e três linhas de comedouros automatizados. Os equipamentos de climatização, de acionamento automático, são oito exaustores sendo modelos de três pás de seção circular com diâmetro de 1,30m e vazão média de  $21538 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . A entrada de ar está localizada nas paredes laterais onde uma cortina de 2m x 10m de comprimento fica rebaixada para a renovação do ar. As linhas de nebulização são ao todo dez dispostas de forma transversal, com 10 bicos/linhas, sendo os bicos de média pressão. O galpão B1 é apresentado na Figura 7.



(a)

(b)

(c)

Figura 6 Vista lateral (a), (b) interior do galpão de ventilação tipo túnel com pressão negativa, chamado “galpão B1” e (c) abertura de cortina para entrada de ar.

Galpão B2- apresenta dimensão de 22m x 90m. A altura do pé-direito é 3,00m. O galpão possui 10 linhas de bebedouros e 5 linhas de comedouros automatizados. Os equipamentos de climatização são oito exaustores sendo modelos de três pás de seção circular com diâmetro de 1,30m e vazão média de  $23381 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ . As linhas de nebulização são ao todo nove, dispostas de forma transversal, com 15 bicos/linhas, sendo os bicos de média pressão. A entrada de ar deste galpão é feita por uma parede de tijolos não rebocada de modo a abertura dos tijolos funcionar para a passagem de ar, como um *pad cooling*. Esta parede, que me mostrada na Figura 8b, está localizada do lado oposto aos exaustores, e no seu lado externo há três linhas de nebulizadores com 17 bicos por linha. As imagens do galpão B2 são mostradas na Figura 8.

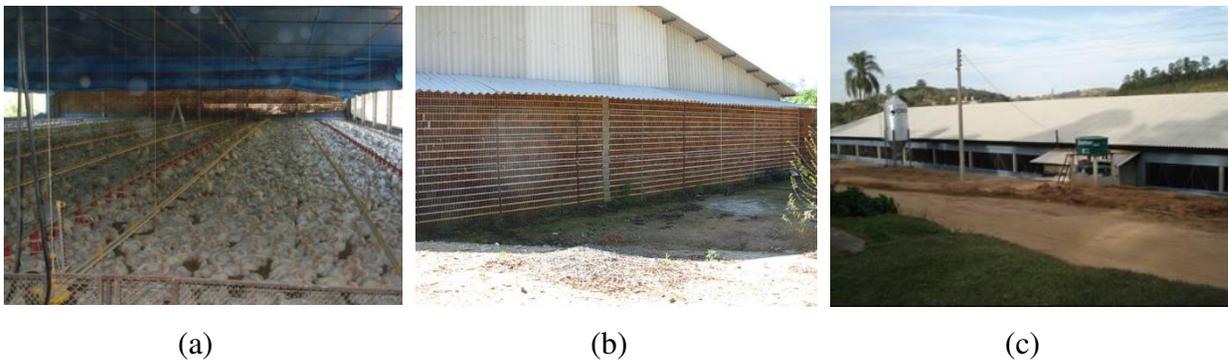


Figura 7 Vistas interna (a) e externa (b) da parede estilo *pad cooling* para entrada de ar nos aviários, e vista externa (c) do galpão de ventilação tipo túnel com pressão negativa, chamado “galpão B2”.

#### **-Galpões de pressão positiva, Convencional C1 e C2**

Galpões C1 e C2: também apresentam mesmas dimensões e estruturas, Figura 9. Sendo a dimensão de 12m x 120m, com área de  $1440 \text{ m}^2$ . A altura do pé-direito é 3,50m. Sua estrutura construtiva é composta por pilares e vigas, e a estrutura do telhado é metálica. Possui muretas laterais com 0,60 m de altura. Contêm duas linhas paralelas de nebulização, dispostas no sentido longitudinal do aviário, contendo 10 bicos (média pressão) por linha. Suas cortinas são de ráfia, na cor amarela, levantadas verticalmente no sentido de baixo para cima. O piso é cimentado e não contém forro. Os comedouros são automáticos e estão dispostos em duas linhas no comprimento do aviário. Seus bebedouros são automáticos, tipo pendular, e estão dispostos em quatro linhas no comprimento do aviário.

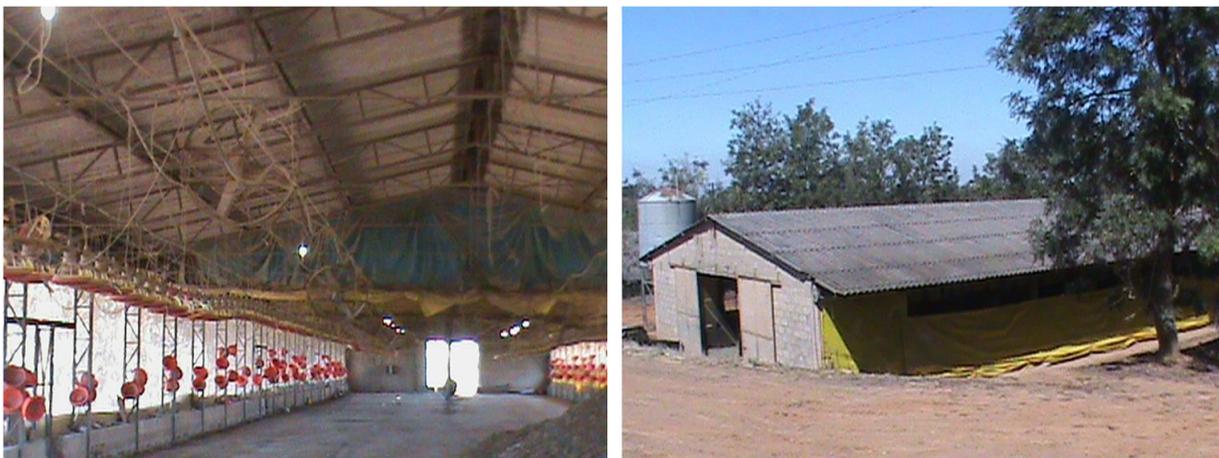


Figura 8 Vista interior e vista lateral externa dos aviários C1 e C2.

Os equipamentos de climatização em ambos aviários são 16 ventiladores, modelos de três pás 1,00m de diâmetro. A disposição dos ventiladores é no sentido longitudinal do galpão. O acionamento destes equipamentos era feito de forma manual e sua vazão média era 13012 e 13761 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> para os galpões C1 e C2 respectivamente.

#### **-Galpões de pressão negativa, (Dark House) D1 e D2**

Galpões D1 e D2: apresentam dimensão de 18m x 120m, com área de 2.160 m<sup>2</sup>. A altura do pé-direito é 3,00m. Sua estrutura construtiva é composta por pilares e vigas de alvenaria e sua estrutura de sustentação do telhado de madeira. As muretas laterais são de 0,40 m de altura. Contém telas anti-pássaro (0,07x 0,04m). O telhado é composto por telhas fibro-cimento. Por ser do tipo Dark House não se utiliza nebulizadores no interior do galpão. Suas cortinas são de material laminado (lado externo) e ráfia (lado interno) na cor preta levantadas verticalmente no sentido de baixo para cima. O forro é constituído de material laminado preto na face inferior e laminado na face superior (Foil®). O piso é cimentado. Possui quatro linhas de comedouros dispostas no comprimento do aviário e bebedouros tipo nipple, dispostos em oito linhas no comprimento do aviário. Contém dez exaustores axial com 1,5 CV – trifásico, com veneziana e cone com grade de proteção, 60Hz rotação da hélice (três pás) de 580 rpm e vazão nominal de 34187 e 34807 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> para os galpões D1 e D2 respectivamente, com seção circular de diâmetro de 1,3 m, localizados em uma das faces do aviário. Os galpões D1 e D2 são mostrados na Figura 10.



Figura 9 Vista interior e vista lateral externa dos aviários D1 e D2

## 4.1 Avaliação do Ambiente Interno

### 4.1.1 Galpões

Inicialmente os galpões foram divididos em seis pontos equidistantes. As coletas de todas as variáveis propostas a seguir foram feitas no centro geométrico de cada um dos quadrantes, como mostrado na Figura 11.

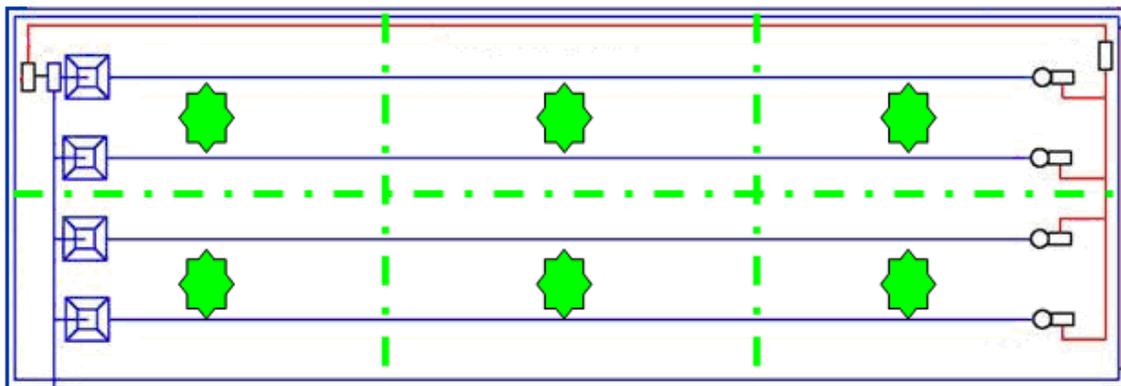


Figura 10 Divisão de cada um dos galpões em quadrantes para coleta de dados.

Todas as análises para visualização da distribuição espacial das variáveis climáticas, assim como dos dados de concentração de gases comparativas por quadrantes foram aqui analisadas somente a partir das últimas semanas de alojamentos, 4, 5 e 6. Tendo em vista a área delimitada do pinteiro o que alteraria a divisão por quadrantes e conseqüentemente o local da coleta.

#### 4.1.2 Variáveis do ambiente térmico

Para cada um dos galpões foram monitoradas as variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR) e velocidade do ar (VA). Estas coletas foram feitas em cada um dos quadrantes dos oito galpões. Primeiramente para coleta diária da TBS, UR e iluminação foram utilizados *dataloggers* Hobos® instalados no centro geométrico dos quadrantes a uma altura de 2,0m do piso, com armazenagem de dados a cada 1 hora, Figura 12.



Figura 11 Datalogger Hobo® e sua instalação no centro geométrico dos quadrantes em um dos galpões.

Uma vez por semana foram coletados a TBS, UR e a velocidade do ar também em cada um dos quadrantes à altura das aves, 0,30m do chão, utilizando-se o HygroTermoAnemômetro (HTA 4200 – Pacer®, USA), conforme mostrado na Figura 13a e a luminosidade foi medida através do luxímetro modelo THDL-400 apresentado na Figura 13b.



(a)



(b)

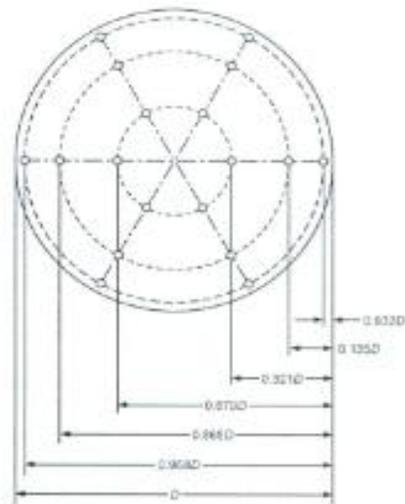
Figura 12 Equipamentos: (a) HygroTermoAnemômetro HTA 4200 e (b) Termômetro, higrômetro, luxímetro e decibelímetro modelo THDL-400.

#### 4.1.3 Ventilação

A performance dos sistemas de ventilação utilizados, foram monitorados através da taxa de ventilação de seus ventiladores e exaustores. Tal parâmetro foi avaliado em quatro horários: 09h00min, 11h00min, 14h00min e 16h00min, durante todo o período do experimento.

❖ Taxa de ventilação:

Foi calculada a taxa de ventilação em  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  de cada ventilador/exaustor através da metodologia descrita pela ASHRAE (2005). Utilizou-se anemômetro de fio quente para o monitoramento da velocidade do ar que sai de cada ventilador/exaustor em cada um dos pontos, como mostrado na figura 14. A velocidade média do ar que sai de cada ventilador/exaustor foi então calculada e multiplicada pela área de cada ventilador/exaustor para estimar a taxa de ventilação.



(a)



(b)

Figura 13 Pontos utilizados para mensurar a velocidade do ar em cada equipamento, (a) e o anemômetro de fio quente utilizado.

❖ - Pressão negativa:

Nos aviários com pressão negativa foi monitorado o diferencial de pressão estática produzido pelos exaustores utilizando um Manômetro Digital, modelo MN-2150 (Figura 15).



Figura 14 Manômetro digital MN-2150.

#### 4.1.4 Monitoramento da Ambiência Aérea nos Galpões

A avaliação dos níveis dos gases dentro dos aviários foi realizada a partir de dois enfoques: a concentração e a emissão.

❖ Concentração de amônia

Para avaliação da concentração de  $\text{NH}_3$  no ambiente interno do galpão, foram coletadas semanalmente amostras de ar instantâneas, em seis pontos equidistantes do galpão, utilizando-se de monitor de gás portátil digital (BW Technologies®) (Figura 16).



Figura 15 Medidor de gás portátil para cinco gases diferentes BW Technologies®

As coletas foram realizadas em quatro horários: 09h00min, 11h00min, 14h00min e 16h00min, e em três alturas diferentes. A partir da medição de amônia a uma altura de 0,30 m da cama, foram comparados com as medições a 1,50m e 1,80m da cama (Figura 17).

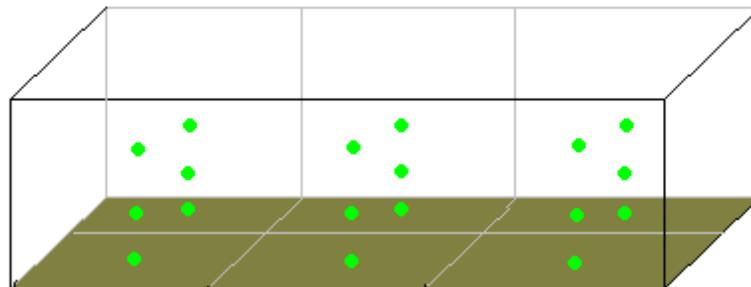


Figura 16 Esquema de mensuração da concentração da amônia nos galpões, a partir da cama em três alturas diferentes.

❖ Concentração de CO<sub>2</sub>

O monitoramento do gás dióxido de carbono CO<sub>2</sub> foi realizado também pelo monitor de gás portátil digital (BW Technologies®), no centro geométrico dos galpões para a leitura da sua concentração em quatro horários: 09h00min, 11h00min, 14h00min e 16h00min.

#### 4.1.5 Taxa de emissão dos gases NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> para o ambiente externo

Para avaliar a emissão, foi utilizado o modelo aplicado por Zhang et al. (2005),

$$\text{Taxa de Emissão} = Q (C_{\text{int}} - C_{\text{ext}}) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Q é a taxa de ventilação;

C<sub>int</sub> é a concentração dos gases no interior do aviário;

C<sub>ext</sub> é a concentração dos gases no exterior do aviário.

Para o monitoramento semanal da concentração dos gases no exterior do aviário (C<sub>ext</sub>) foi utilizado também o monitor de gás portátil digital (BW Technologies®), posicionado na saída do exaustor.

#### 4.2 Ambiente Externo

O monitoramento dos dados meteorológicos externos foi realizado por uma estação meteorológica Oregon®, onde foram coletados e armazenados dados de temperatura, umidade relativa, velocidade e direção do vento, pluviosidade e radiação incidente (Figura 18).



Figura 17 Estação meteorológica, Modelo WMR 928 Oregon®.

#### 4.2.1 Cálculo do Índice de Conforto Térmico

Os dados das variáveis climáticas, temperatura e umidade foram utilizados no cálculo do Índice de Temperatura, Umidade aplicado por Chepete et al. (2005):

$$ITU = (0,85 \times Tbs + 0,15 \times Tbu) \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

ITU - índice de temperatura e umidade;

Tbs - Temperatura de bulbo seco (°C);

Tbu - Temperatura de bulbo úmido (°C).

#### 4.3 Monitoramento da Condição da Cama

##### 4.3.1 Umidade

A umidade da cama foi determinada semanalmente a partir do material coletado, correspondendo a uma amostra de cada quadrante. As amostras coletadas foram depositadas em sacos plásticos, identificadas e acondicionadas em isopor. As análises quanto ao teor de umidade foram feitas no laboratório de Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP.

A umidade foi determinada pelo Método de Determinação do Grau de Umidade recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992) e adaptado de Miragliotta (2005) sendo dividido a partir das seguintes etapas:

- 1) A estufa foi regulada com uma temperatura de  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ;
- 2) Os recipientes de armazenagem das amostras foram identificados e pesados em balança analítica previamente calibrada (recipiente nº / Peso Líquido Inicial);
- 3) A amostra da cama de frango, assim que coletada, foi homogeneizada numa bandeja plástica sendo utilizada a quantidade aproximada de 10g de cama no recipiente, pesando-o novamente (Peso Bruto Inicial);
- 4) As amostras de cada galpão foram colocadas em seis recipientes, totalizando 12 recipientes;
- 5) Os recipientes foram colocados na estufa a  $105^{\circ}\text{C}$  abertos sobre as tampas por 24h;
- 6) Após tampar os recipientes, imediatamente, foram acondicionados em dessecadores até que esfriassem por completo;
- 7) Os recipientes fechados foram pesados novamente (Peso Bruto Final);
- 8) E então foi calculada a percentagem de umidade através da fórmula:

$$Umidade(\%) = \frac{(Peso\ Bruto\ Inicial - Peso\ Bruto\ Final).100}{Peso\ Bruto\ Inicial - Peso\ Líquido\ Inicial}$$

Equação 4

### 4.3.2 pH

O pH da cama também foi avaliado semanalmente, utilizando as mesmas amostras retiradas para avaliação da umidade da cama, seguindo a metodologia proposta por Miragliotta (2005), sendo dividida em duas etapas:

1. Pesagem de 10g de amostra da cama-de-frango;
2. Dissolução da amostra em 100 ml de água destilada em copo de plástico descartável, seguido de homogeneização do material utilizando-se pá de madeira descartável, de modo a dissolver os grumos existentes para leitura com o pH-metro Analion modelo PM608®, Figura 19.



Figura 18 Amostra homogeneizada para leitura de pH em pH-metro digital

### 4.3.3 Temperatura

A temperatura da cama foi obtida através da inserção do sensor externo de *dataloggers* HOBO® na superfície da cama. Os *dataloggers* foram distribuídos também em seis pontos equidistantes no galpão. Essa coleta foi realizada semanalmente iniciando às 09h00min e sendo finalizada às 16h00min com programação para armazenagem de dados a cada 1 hora. A temperatura da superfície da cama também foi mensurada para comparação com a temperatura interna, sendo realizada através de um termômetro de superfície digital (Figura 20).



Figura 19 Termômetro digital de superfície Omegascope®, modelo OS520.

#### 4.3.4 Condição microbiológica da cama

Amostras da cama coletadas em cada galpão foram acondicionadas em sacos plásticos estéreis e encaminhadas ao laboratório de análise. Para o procedimento de identificação microbiológica foram realizadas as análises quanto à presença de bactérias pertencentes à família *Enterobacteriaceae*, neste caso específico, *Salmonella*. Essas bactérias estão amplamente distribuídas na natureza, sendo o trato intestinal do homem e de animais, o seu principal reservatório natural. Entre os animais, as aves ocupam lugar de destaque por serem portadoras assintomáticas, excretando continuamente esse tipo de bactéria pelas fezes.

Para avaliação bacteriológica, foi utilizado o método que consistiu no uso de Kits no formato de tira para detecção de *Salmonella*. O teste utiliza um meio de cultura desenvolvido especificamente para eliminar as bactérias que competem com a *Salmonella*, facilitando sua detecção. O método é assim descrito:

\*Preparo do Meio Primário (*RapidChek SELECT Salmonella Primary Medium*):

1. Pesou-se 20g para 1L de água deionizada
2. Autoclave (121°C/15 minutos)
3. Adicionou-se 10mL do suplemento por litro de meio;

\*Preparo do Meio Secundário (*RapidChek SELECT Salmonella Secondary Medium*)

1. Pesou-se 7,4g para 100mL de água deionizada
2. Levou-se a fervura para completa dissolução
3. Distribuiu-se 1 mL por tubo de reação (12x75mm)

\*Para o Enriquecimento das Amostras

1. Utilizou-se 10g da amostra de cama de aviário
2. Juntamente com 225 mL do “Meio Primário suplementado”
3. Incubou-se a 42°C 18 — 24h
4. Após incubação, transferiu-se 0,1 mL do caldo de enriquecimento primário para 1 mL do caldo de enriquecimento secundário.
5. Incubou-se novamente a 42°C 18 — 24h
6. Leitura dos resultados através do uso das tiras de fluxo lateral.

#### **4.3.4 Emissão de NH<sub>3</sub> da cama**

Esta metodologia foi proposta com o intuito de substituir o uso de câmara para estimar o fluxo de amônia pela cama, que podem alterar o microambiente no seu interior, interferindo no fluxo da amônia e também em substituição a processos químicos como o uso de *scrubbers*, que requerem o uso de agentes químicos na captação da amônia, o que torna o experimento oneroso por conta da sua aquisição e muitas das vezes necessitando de laboratório e/ou mão de obra qualificada no preparo de soluções e análises de amostras.

Dessa forma a presente metodologia constou de um ventilador modelo MR 283 115V acoplado a um tubo de PVC de 1 metro de comprimento e diâmetro de 0,15m. O ventilador operava como exaustor onde na saída eram feitas as leituras da amônia pela cama dadas em ppm e convertidas em fluxo como apresentado em Brewer e Costello (1999). A figura 21 ilustra a aplicação da metodologia nos galpões.



Figura 20. Metodologia desenvolvida para estimar emissão de NH<sub>3</sub> pela cama

#### 4.4 Índices Produtivos e Bem-estar animal:

Foram medidas as seguintes variáveis produtivas em todos os lotes monitorados:

A mortalidade em % foi calculada pela equação 5:

$$Mortalidade = \left( 1 - \frac{n^{\circ} \text{ final de aves}}{n^{\circ} \text{ inicial de aves}} \right) \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

##### Incidência de problemas locomotores

Com o objetivo de estimar a prevalência de problemas locomotores em frangos de corte, criados em sistema de produção de pressão positiva pressão negativa, realizou-se a estimativa do *gait score*, seguindo a metodologia utilizada por Dawkins (2004), observados dez passos consecutivos de cada ave, com a seguinte pontuação:

0= para aves que andaram 10 passos normalmente

1= aves que andaram 10 passos com dificuldade, apresentando desequilíbrio entre as pernas

2= aves que não conseguiram andar ou andaram de 1 a 4 passos e sentaram.

Para a realização do *gait score* foram escolhidas, ao acaso, uma amostra de cinquenta aves, divididas em: População 1 (extremidade norte do galpão) e População 2 (extremidade sul do aviário), ilustrado na Figura 22, totalizando cem aves, em cada sistema de produção, A1, A2, C1 e C2 (pressão positiva), e B1, B2, D1 e D2 (pressão negativa) nas idades de 21, 28, 35 e 42 dias dos frangos. A Figura 22 mostra a metodologia de coleta de dados.

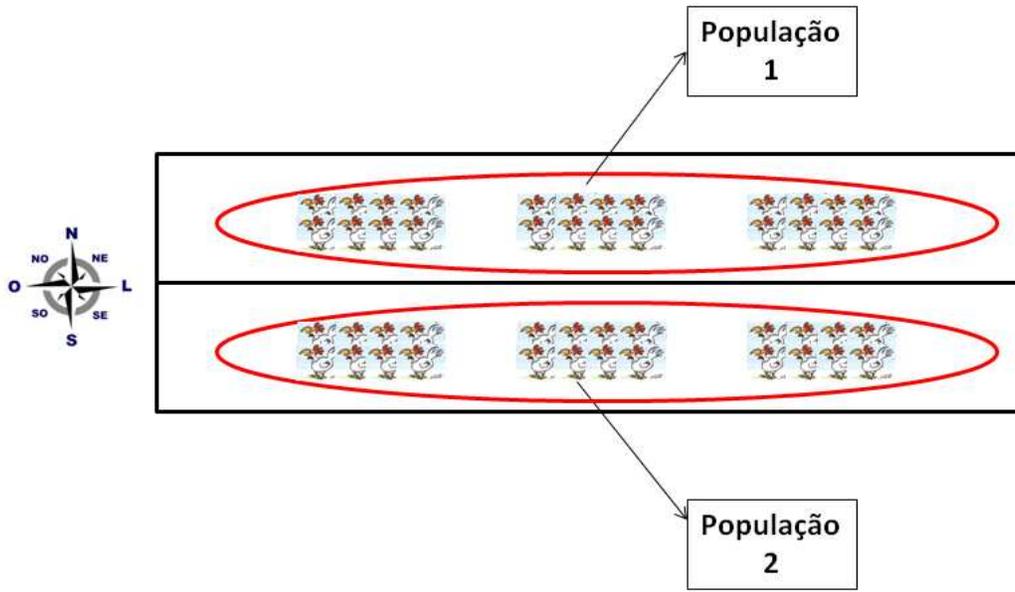


Figura 21 Distribuição da população 1 e 2 no interior dos sistemas de produção de frangos de corte

As notas atribuídas ao *gait score* foram analisadas na forma de presença ou não de dificuldade ao caminhar. Foram então atribuídas percentagens aos *gait score* fora do padrão normal, considerado acima de 0 (Figura 23).

Com a utilização das percentagens de prevalência de *gait score* (fora do padrão normal) fez-se, para cada aviário, individualmente, a comparação da ocorrência de claudicação entre as populações 1 e 2. Comparou-se também a incidência de claudicação nas aves entre os sistemas de produção (Pressão positiva e Pressão negativa). Para estas análises utilizou-se o Teste T, precedido pelo Teste F para análise da variância equivalente das médias, onde se analisou a diferença significativa a 5%.

Realizou-se o coeficiente de correlação de Pearson utilizando-se os dados médios semanais da luminosidade, em lx, e a incidência de distúrbios de perna (percentagem de *gait score* acima de 0), de cada aviário, com seus distintos sistemas de climatização (pressão positiva e pressão negativa).



Figura 22 Cerca portátil de contenção de aves para avaliação dos problemas locomotores.

Ainda como análise de problemas locomotores relacionados aos sistemas de ventilação buscou-se aqui avaliar e comparar a incidências de calos de patas nos lotes em estudo. Para isso, as aves antes de serem avaliadas para o *gait score* tinham suas patas também avaliadas quanto à presença de lesão. Dessa forma, neste estudo, a metodologia utilizada foi a mesma empregada em Martrenchar et al. (2002) com a seguinte classificação: escore 0 para a não ocorrência de lesão. Escore 1 para condição de comprometimento da pele pela presença de crostas nesta região com uma extensão menor que 25% da área do coxim. O escore 2 quando da presença de ulceração na pele estendendo-se entre 25 e 50% da área e a condição 3 que seria a lesão em mais que 50% de toda a área do coxim plantar.

Também foram realizadas análises de regressão para observação do comportamento da variável calo de pata em relação ao *gait score* e ao material de cama utilizado como substrato nos galpões de pressão positiva e negativa.

#### **4.5 Avaliação da Eficiência Elétrica**

Para a avaliação da eficiência elétrica foi registrado o consumo (kWh) dos dois sistemas de climatização, com o auxílio de medidores SAGA4500, (Figura 24), onde se verificou o consumo total de energia pelo período de alojamento das aves. Foi calculado um índice de eficiência elétrica dividindo-se o total de kW gastos pelo número total das aves no final do alojamento, considerando-se a taxa de mortalidade de cada aviário.

O SAGA é um medidor portátil que foi instalado no alimentador de cada sistema de climatização para um ciclo diário de operação semanal. O intervalo entre os registros foi programado de 15 min, segundo resolução 456 da ANEEL para medição de demanda máxima.



Figura 23 Analisador e registrador eletrônico de sistemas elétricos monofásicos ou trifásicos SAGA4500 AMPFLEX

#### 4.5.1 Indicadores de Eficiência Elétrica

De acordo com ELETROBRÁS/PROCEL (2001), a eficiência elétrica aumenta quando se consegue realizar um serviço e/ou produzir um bem com uma quantidade de energia inferior a que era usualmente consumida. Para se poder quantificar esta melhoria utiliza-se os chamados indicadores de eficiência elétrica. Dentre os mais comuns e os que apresentam maior utilização pode-se destacar:

- Consumo específico de energia de cada galpão de criação de frangos de corte ( $CE_G$ ) e
- Fator de carga de cada galpão de criação de frangos de corte ( $FC_G$ )

##### 4.5.1.1 Consumo Específico de Energia Elétrica dos Aviários

A análise do consumo de energia (kWh) em relação ao produto gerado, serviço prestado ou área ocupada produz indicadores de desempenho passíveis de comparação a padrões estabelecidos no país e exterior. Em relação à área ocupada, o índice  $W/m^2$  é determinado e comparado com as edificações tipológicas e funcionalmente semelhantes, mas, com diferentes níveis de eficiência.

Dessa forma, é possível projetar padrões mais eficientes de consumo de energia elétrica, considerando-se a utilização de produtos e processos de melhor desempenho

energético. Desse modo, utilizou-se segundo ELETROBRÁS/PROCEL (2001) para o cálculo do consumo específico de energia de cada galpão de criação de frangos de corte na equação 6.

$$CEG = \frac{CA}{QP} \quad (\text{kWh/ave}) \quad \text{Equação 6}$$

Sendo:

CA: Consumo do lote de energia dado em kWh no lote de criação de frangos de corte;

QP: Quantidade de produto produzido dado em número de aves ao final do alojamento.

#### 4.5.1.2 Fator de Carga da Instalação Elétrica dos Aviários

O fator de carga é um indicador de eficiência, pois mostra como a energia está sendo utilizada ao longo do tempo. Quanto maior for o fator de carga, menor será o custo representado pelo kWh empregado.

Um fator de carga próximo da unidade indica que as cargas elétricas foram utilizadas racionalmente ao longo do tempo. Por outro lado, um fator de carga baixo indica que houve concentração de consumo de energia elétrica em curto período de tempo, determinando uma demanda elevada. Isto se dá quando muitos equipamentos são ligados ao mesmo tempo. Para se obter um fator de carga mais elevado deve-se aumentar o número de horas trabalhadas conservando a demanda de potência ou otimizar a demanda de potência conservando-se o mesmo nível de consumo de energia. Desse modo, utilizou-se para o cálculo de fator de carga de cada galpão de criação de frangos de corte a relação mostrada na Equação 7.

$$FCG = \frac{CA}{h.DMR} \quad \text{Equação 7}$$

Sendo:

CA: Consumo de energia (kWh) no lote de criação de frangos de corte na ponta e fora da ponta;

h: número de horas no lote de criação de frangos de corte;

DMR: Demanda máxima registrada (kW) lote de criação de frangos de corte.

#### **4.6 Avaliação dos resultados**

Os dados de comparativo dos quadrantes quanto à concentração de gases e variáveis climáticas foram analisados através do teste ANOVA, com nível de significância de 95%.

Os dados de emissão de CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> foram analisados em função da sua correlação com as variáveis climáticas, através do teste de correlação de Pearson e através da análise de Regressão Simples entre as os dados de emissão e uma variável por vez, a significância do teste foi de 99%.

Os dados de consumo de energia elétrica foram comparados quanto a sua análise de variância, teste de Fisher e comparativo de média dos seus fatores através do teste T, com significância de 95%.

A análise final dos dados comparou a relação de todas as variáveis, mortalidade, emissão de CO<sub>2</sub>, emissão NH<sub>3</sub>, consumo elétrico, e variáveis climáticas (ITU) através da análise multivariada de componentes principais. Demonstrando a correlação e o peso de cada uma destas variáveis no ambiente de galpões com diferentes sistemas de ventilação.

A análise de componentes é um modelo fatorial no qual os fatores são baseados na variância total. Na análise de componentes, as unidades são usadas na diagonal da matriz de correlação; esse procedimento implica computacionalmente que toda a variância é comum ou compartilhada. Análise de Componentes principais é um dos métodos multivariados mais simples. O objetivo da análise é tomar várias variáveis e encontrar combinações destas para produzir índices que são então os componentes principais (ARAUJO, 2009).

As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa computacional Statgraphics® *Plus* versão 5.1.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Resultados referentes às variáveis climáticas

#### 5.1.1 Ambiente externo

Os dados médios de temperatura do ambiente externo, coletados pelas estações meteorológicas podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 25), onde os dados são apresentados por semana de idade do lote.

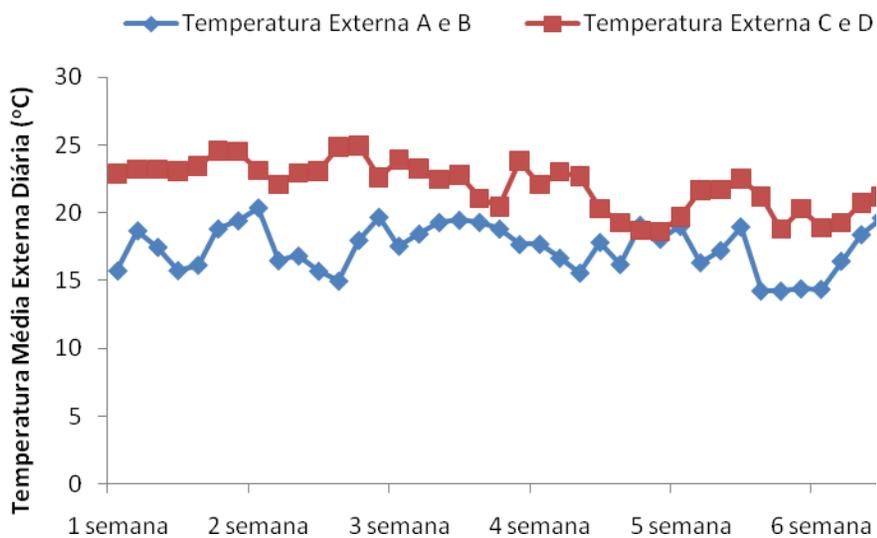


Figura 24 Temperatura média monitorada pelas estações meteorológicas localizadas próximas aos aviários de pressão positiva e negativa durante o período de estudo dos lotes.

Constata-se que as granjas localizadas no município de Capivari, aviários C e D, apresentaram maiores temperaturas médias, para todo o período de alojamento do lote.

Tabela 4 Dados médios encontrados pelas estações meteorológicas para os galpões A, B, C e D.

Variável	Dados Externos em A e B		Dados Externos em C e D	
	Médias	Desvio padrão	Médias	Desvio padrão
Temperatura	17,66	1,96	21,80	1,85
Umidade	55,53	11,87	58,62	12,44

De um modo geral alguns comentários a respeito das condições climáticas externas observadas na Tabela 4, podem ser feitas em relação à umidade relativa no ambiente externo que se apresentou satisfatória em todas as granjas durante o período de coleta de dados, não ultrapassando a margem dos 70%. De acordo com Yahav et al. (1995) a resposta fisiológica de frangos de corte, entre 5 e 8 semanas de idade, à umidade relativa em ambientes de alta temperatura, apresentaram os melhores ganhos de peso corporal e consumo de ração em umidade relativa entre 60 e 65%. Como a temperatura esteve abaixo dos 24°C, pode-se considerar que o ambiente externo não apresentou condição extrema, uma vez que eventos extremos, tais como ondas de calor são definidos a partir da combinação de alta umidade com temperaturas desconfortáveis durante, pelo menos, dois dias acima de 32°C, podendo durar até semanas (INMET, 2005). Ainda sobre a combinação de temperatura e umidade, a umidade afeta o consumo de alimentos em temperaturas altas, porém não afeta a eficiência alimentar exceto em condições extremas (MORRISON, 1969).

A análise comparativa dentre os sistemas de climatização foi ainda realizada para Umidade Relativa (UR%), Iluminância (lx) e Velocidade do ar (VA). Segundo Vale (2008) os fatores ambientais, representados por temperatura, umidade, intensidade e duração da luz, pressão parcial de O<sub>2</sub>, velocidade do ar, qualidade do ar e da água e densidade populacional, são reconhecidos como sendo os de maior impacto na produção de frangos e ovos. A comparação dos ambientes com diferentes sistemas de ventilação é uma busca por um ambiente mais adequado à produção de frangos. De acordo com o NRC (2003) o ambiente perfeito para a nutrição de aves é aquele que gera a menor demanda de nutrientes por parte do

animal. Na maioria dos casos trata-se de uma situação impraticável, sendo o correto buscar um ambiente ótimo, onde há um mínimo sacrifício por parte das aves e apresenta viabilidade econômica.

Primeiramente para caracterização do microclima dos aviários, considerou-se como hipótese que os seus ambientes internos apresentavam-se dentro das mesmas condições térmicas. Para isto, foi realizado o teste de médias, teste-T. O teste foi realizado nas três variáveis climáticas, Temperatura de bulbo seco (TBS), Umidade Relativa (UR) e iluminância (lx), considerando o nível de significância, ( $\alpha = 0,05$ ). Os resultados são apresentados nas Tabelas 5 a 8.

Tabela 5 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões A1 e A2.

	TBS (°C)		UR(%)		Iluminância (lx)	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Média	23,35	22,94	48,9	45,39	32,55	8,56
Variância	15,51	6,69	195,46	97,87	811,6	304,8
Observações	927	927	927	927	927	927
P-valor	0,07		0,000		0,000	

Na Tabela 5 analisando o p-valor comparativo das médias entre os galpões A1 e A2 encontrou-se diferença estatística na umidade e iluminância entre os galpões de pressão de positiva. No Galpão A1 foi encontrada maior umidade possivelmente por conta do mau estado de conservação dos nebulizadores, pode se considerar esta informação, pois não foi observado de forma natural o comportamento inverso da temperatura neste ambiente.

Nas Figuras 26 a 28 são apresentadas a distribuição das variáveis climáticas nos quadrantes de cada galpão do tipo A.

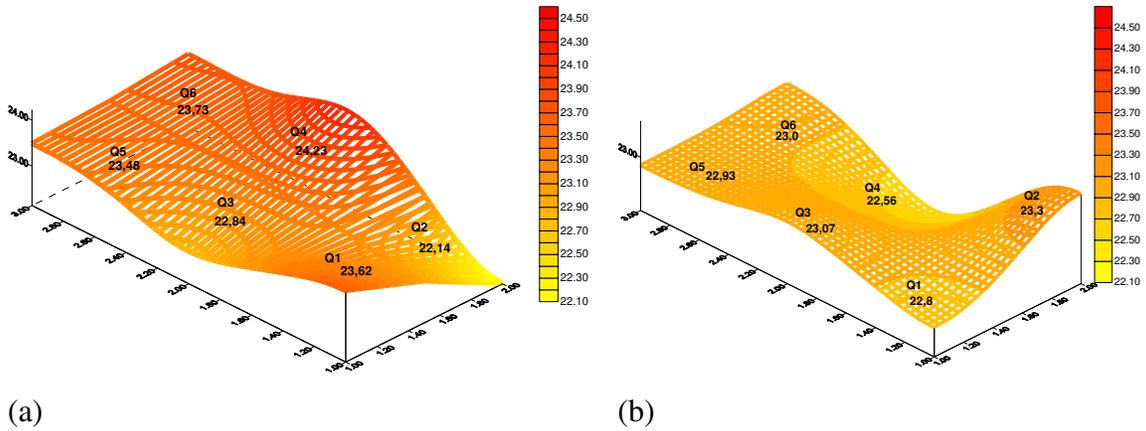


Figura 25 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b)

No galpão A1 os quadrantes Q1, Q4, Q5 e Q6 não apresentaram diferença estatística significativa. Na análise feita por semana foi encontrado que durante a 1ª semana não houve diferença estatística entre os quadrantes, assim como durante a 2ª semana. A partir da 3ª semana os quadrantes 2 e 3 sempre não apresentaram diferença estatística.

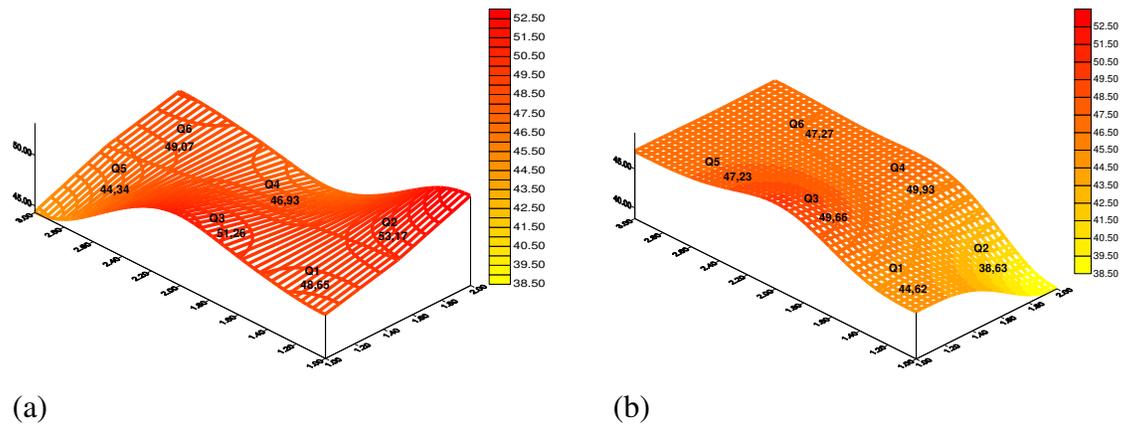


Figura 26 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b)

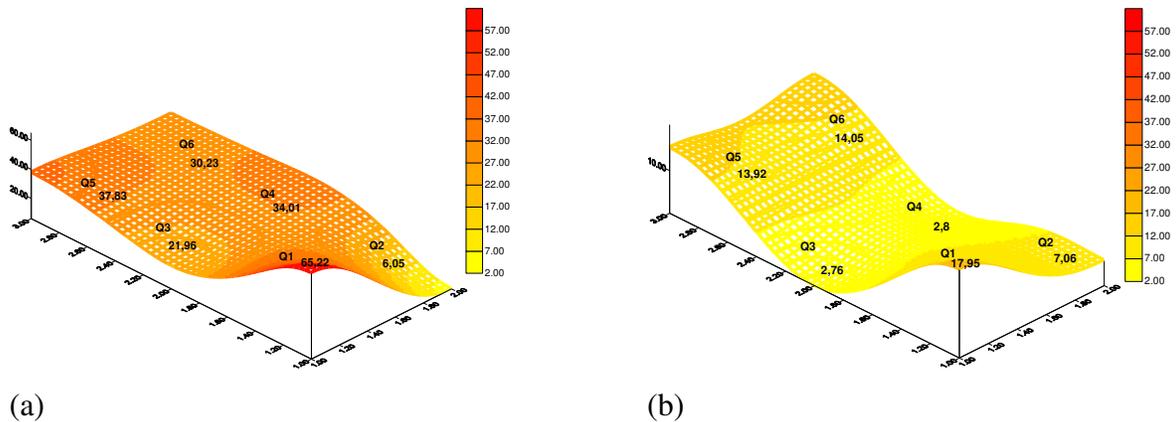


Figura 27 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões A1 (a) e A2 (b)

Observando a Tabela 5 foi possível perceber que os dados de UR nos quadrantes relativos ao galpão A1 apresentaram maiores valores. A diferença nos valores da umidade está de acordo com o encontrado por Lima et al. (2009a), em seu trabalho comparando a concentração e emissão de amônia a partir de galpões com diferentes sistemas de ventilação, encontraram diferenças significativas dentre os galpões de pressão positiva. Os autores associaram a diferença de umidade nos galpões por conta do mau estado de conservação dos nebulizadores, pois muita das vezes esses equipamentos não se encontram com a mesma calibração, ou mesmo devido a falta de manutenção nestes. Aqui também se pode considerar esta informação, pois não foi observado de forma natural o comportamento inverso da temperatura.

Outra característica marcante nos galpões de pressão positiva A1, A2, C1 e C2 foi quanto à variação no parâmetro lux. Esta alta variabilidade da luminosidade ocorreu porque no galpão havia locais nos quais a radiação solar incidia diretamente.

Assim, nos quadrantes de entrada e nos pontos em uma das laterais do galpão apresentaram alta luminosidade quando comparada à luminosidade do interior do galpão. Faria et al. (2008), em seu trabalho para analisar a variabilidade espacial do microclima em confinamento de bovinos de leite também encontraram maior luminosidade nas entradas para acesso ao galpão.

Tabela 6 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões B1 e B2

	TBS (°C)		UR(%)		Iluminância (lx)	
	B1	B2	B1	B2	B1	B2
Média	22,89	23,08	61,44	62,55	4,95	6,66
Variância	4,98	4,64	182,7	214,6	27,15	43,44
Observações	998	998	998	998	998	998
P-valor	0,062		0,08		0,05	

Como pode ser observado a partir do p-valor apresentado na tabela 6, não houve diferença significativa entre as médias dos galpões B1 e B2 para as seguintes variáveis, TBS, UR e Lux, com isso, a hipótese nula foi aceita para estas grandezas. Nas figuras 29 a 31 são apresentadas a distribuição das variáveis climáticas nos quadrantes de cada galpão do tipo B.

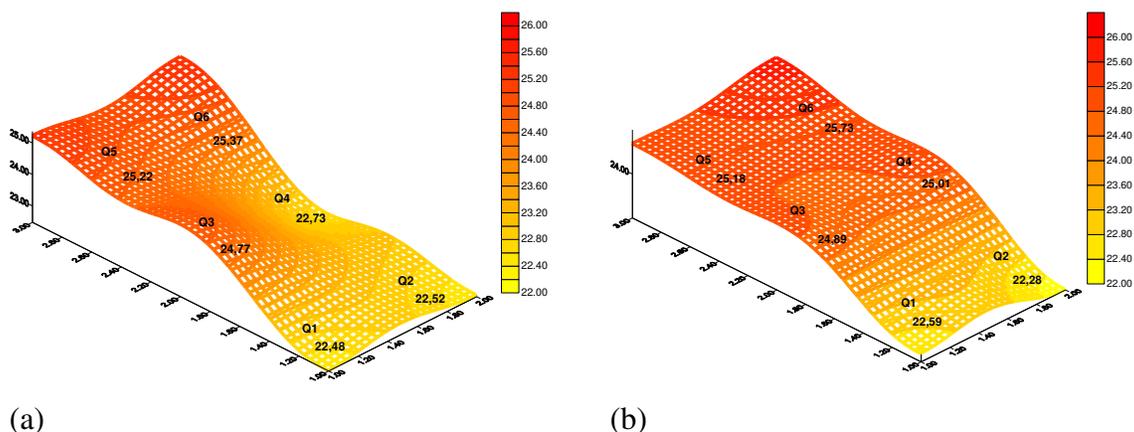
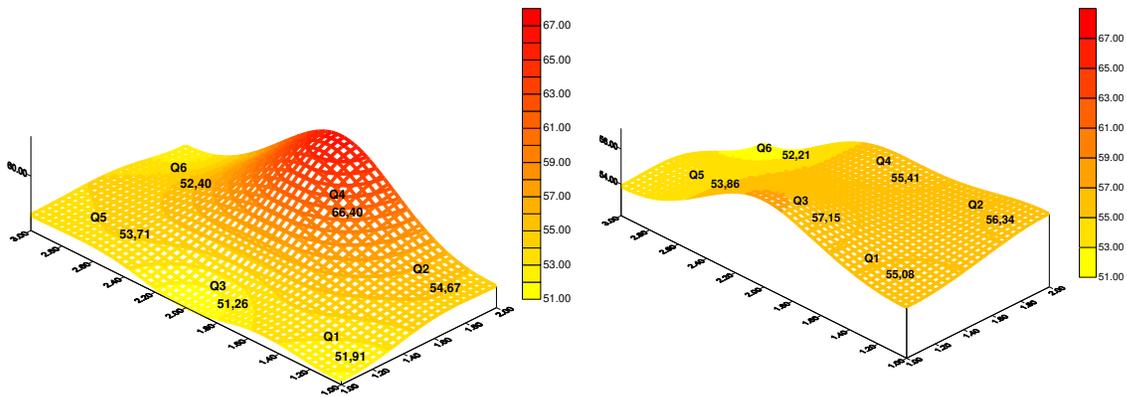


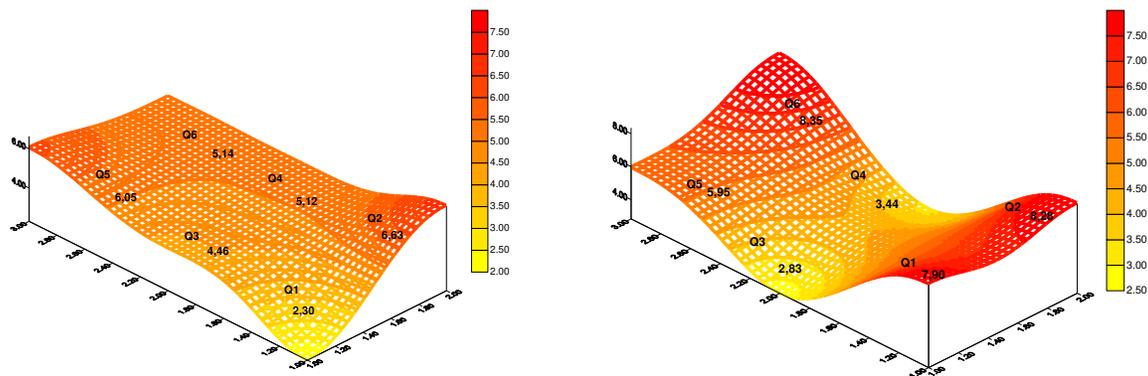
Figura 28 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b).



(a)

(b)

Figura 29 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b).



(a)

(b)

Figura 30 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões B1 (a) e B2 (b).

Tabela 7 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões C1 e C2.

	TBS (°C)		UR(%)		Iluminância (lx)	
	C1	C2	C1	C2	C1	C2
Média	20,83	20,38	51,50	53,34	16,02	12,40
Variância	33,66	40,57	343,4	445,9	319,2	150,7
Observações	998	998	998	998	499	499
P-valor	0,25		0,14		0,02	

Pela análise da Tabela 7 é constatado que apenas a variável Iluminância (lx) apresentou, de acordo com o p-valor, diferença estatística. Nas Figuras 32 a 34 são apresentadas a distribuição das variáveis climáticas nos quadrantes de cada galpão do tipo C.

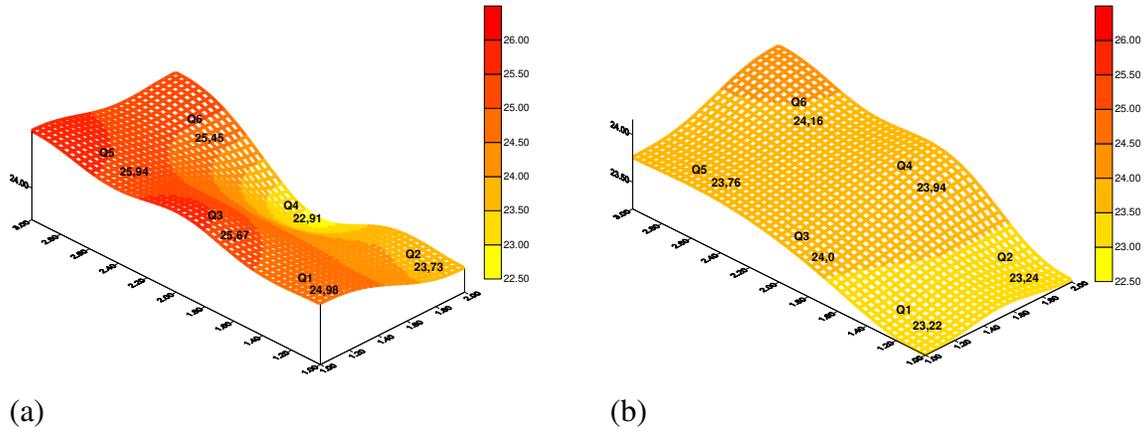


Figura 31 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b)

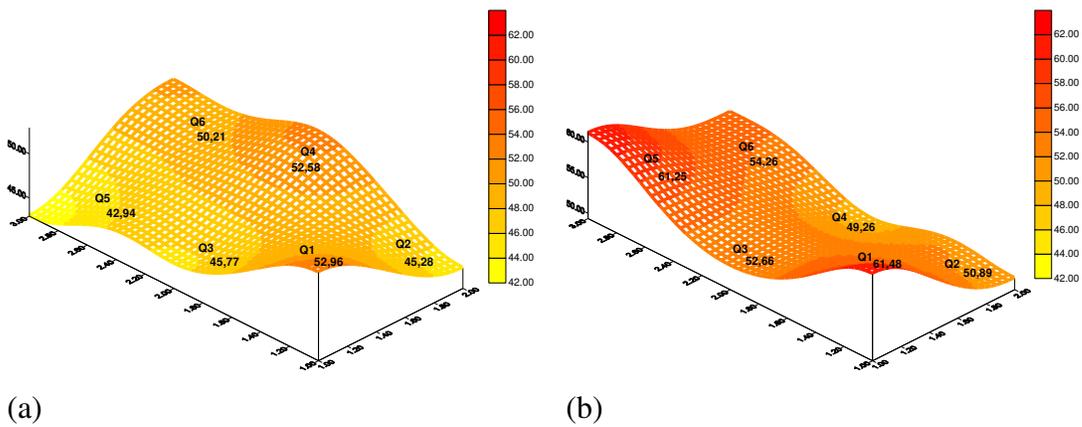


Figura 32 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b)

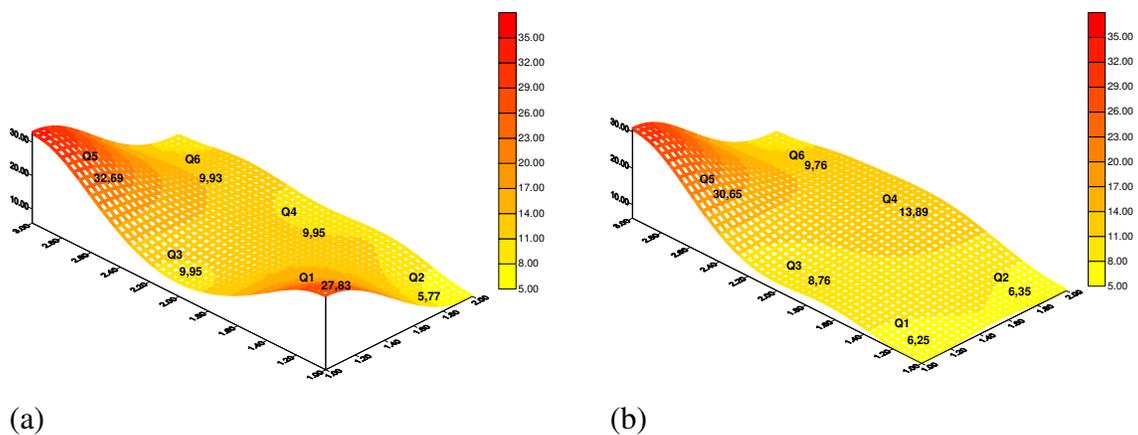


Figura 33 Iluminância (lx) média por quadrantes nos galpões C1 (a) e C2 (b)

A análise das condições nos galpões de pressão negativa D1 e D2 através da comparação da temperatura, umidade relativa e iluminância são apresentados na Tabela 8. A visualização da distribuição espacial destas variáveis nos quadrantes de cada um dos galpões pode ser observada nas Figuras 35 a 37.

Como pode ser observado a partir do p-valor não houve diferença significativa entre as médias dos galpões D1 e D2.

Tabela 8 Valores do Teste-T para as principais variáveis climáticas nos galpões D1 e D2

	TBS (°C)		UR(%)		Iluminância (lx)	
	D1	D2	D1	D2	D1	D2
Média	23,67	23,14	52,79	51,73	2,30	2,32
Variância	4,7	3,71	104,9	95,8	0,16	0,17
Observações	998	998	998	998	998	998
P-valor	0,1		0,11		0,06	

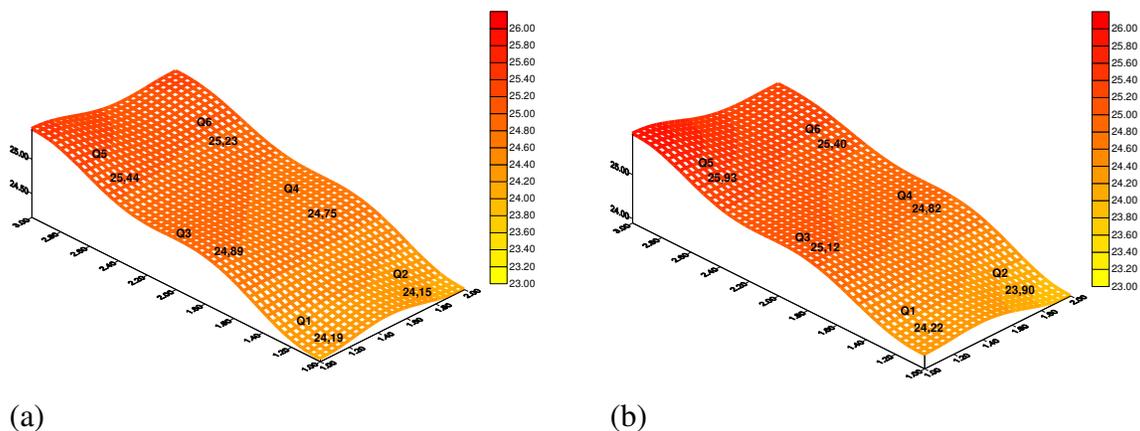


Figura 34 Temperatura (°C) média por quadrantes nos galpões D1 (a) e D2 (b)

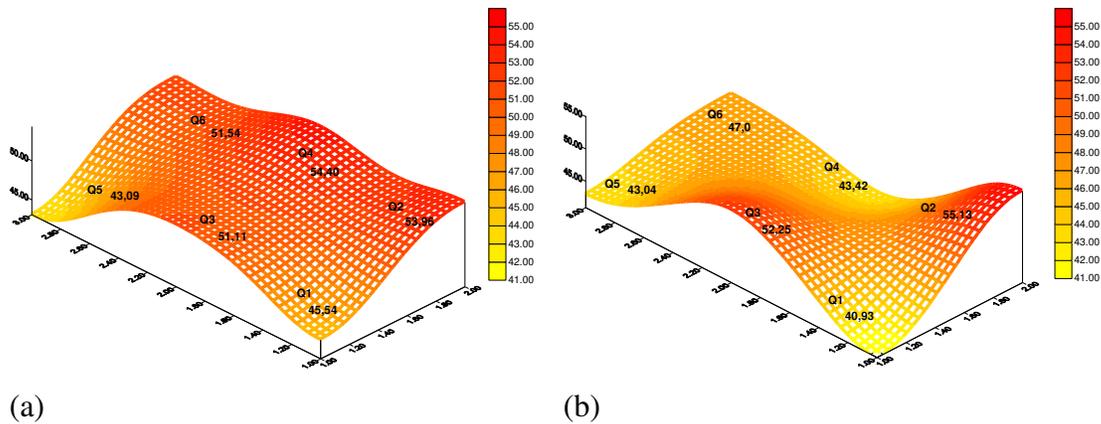


Figura 35 Umidade Relativa (%) média por quadrantes nos galpões D1 (a) e D2 (b)

Devido à alta variância nos dados de velocidade do ar mostrada devido ao número diferente e potência dos equipamentos utilizados para climatização dos galpões, foi realizada um teste ANOVA, onde os dados de desta variável foram considerados heterogêneos. Segundo Vanni (1998), um coeficiente de variação maior que 35% revela que a série é heterogênea e a média tem pouco significado.

Como pode ser visto no gráfico da Figura 37 observa-se que os galpões de pressão positiva C1 e C2 apresentaram maior variabilidade nas amostras de velocidade do ar, uma vez que o manejo nesses galpões era feito de forma manual.

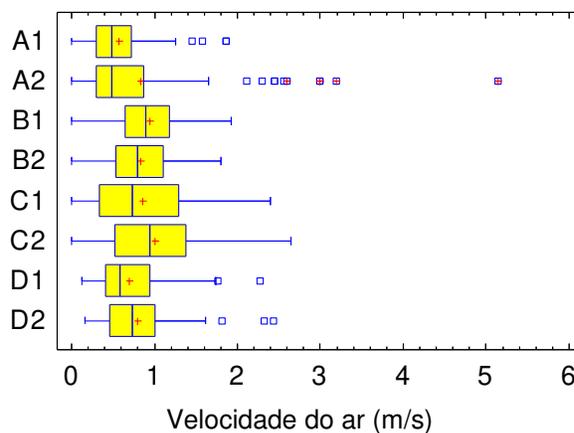


Figura 36 Gráfico da velocidade do ar para todos os galpões.

A principal prática utilizada em galpões convencionais para manter o microclima do galpão em condições adequadas ao lote é o manejo das cortinas, podendo ser feito de forma gradativa para evitar mudanças bruscas na temperatura interna do galpão. O que pode levar também muitas das vezes a diferenças na entrada de radiação solar no interior do aviário, o que faz com que haja diferença de luminosidade em relação às laterais dos galpões. Esse manejo de cortinas pode gerar áreas dentro do galpão com diferentes temperaturas. Dessa forma, é necessário ter em conta a direção dos ventos, e se a ventilação externa é suficiente para manutenção do conforto térmico, abrem-se as cortinas (ABREU, 2003).

A alta variabilidade da velocidade do ar está em função do próprio comportamento do vento, que pode mudar sua magnitude e direção constantemente com variações de até 100% na média da magnitude num intervalo de cinco minutos (FARIA et al., 2008)

Dessa forma as grandes variações nos dados de iluminância e velocidade do ar podem ser atribuídas ao manejo de cortinas, e como mesmo entre os galpões de pressão positiva elas diferiram entre si, mostra que o manejo não era feito de forma simultânea, possivelmente devido à falta de atenção por parte dos granjeiros.

As avaliações por quadrantes para caracterização das variáveis do ambiente térmico foram feitas correlacionando as variáveis entre si por quadrante e por galpão como pode ser observado nas Tabelas 9 a 12.

Os galpões de pressão positiva, A1 e A2, como apresentaram seus manejos realizados de forma manual, os valores de correlação apresentaram-se na sua maioria acima do  $r = 0,5$ . Não apresentando diferença estatística entre os quadrantes como pode ser observado na Tabela 9. Miragliotta (2005) em seu trabalho avaliando galpão convencional dividido em três seções, encontrou diferenças estatísticas significativas entre essas áreas com relação à temperatura de bulbo seco e à umidade relativa.

Tabela 9 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão positiva

Quadrante	<u>A1</u>			<u>A2</u>		
	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx
1	-0,87	-0,53	0,55	-0,85	-0,60	0,62
2	-0,85	-0,52	0,56	-0,77	-0,43	0,41
3	-0,83	-0,54	0,56	-0,44	-0,11	0,14
4	-0,83	-0,53	0,56	-0,79	-0,39	0,40
5	-0,86	-0,64	0,67	-0,82	-0,55	0,56
6	-0,86	-0,63	0,67	-0,81	-0,47	0,45

Nos estudos realizados por Miragliotta (2001) e Aradas et al. (2005), foi observado este efeito, o fator, radiação solar, com predominância de aquecimento sobre a área irradiada, onde se pode constatar que os maiores valores de correlação entre temperatura de bulbo seco e iluminância nesses galpões foram encontradas com base nesta relação, ou seja quadrantes que recebiam maiores irradiações devido ao manejo de cortinas, apresentaram temperaturas de bulbo seco mais elevadas. Os valores dos coeficientes de correlação entre as variáveis climáticas para os galpões B1 e B2 são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão negativa

Quadrante	<u>B2</u>			<u>B1</u>		
	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx
1	-0,83	-0,36	0,39	-0,79	-0,22	0,26
2	-0,84	-0,37	0,42	-0,82	-0,30	0,31
3	-0,56	-0,15	0,15	-0,72	-0,29	0,35
4	-0,74	-0,38	0,36	-0,33	-0,38	0,36
5	-0,46	-0,56	0,50	-0,42	-0,44	0,29
6	-0,31	-0,29	0,17	-0,45	-0,42	0,20

As maiores correlações foram encontradas nos quadrantes 1 e 2 de ambos os galpões, B2 e B1 isso porque na entrada desses quadrantes estavam alocados os *pad coolings* que tem por finalidade umedecer o ar de entrada o que faz com que o ar de entrada chegue com a umidade mais alta e temperatura mais baixa e com a passagem desse ar ao longo do galpão a tendência é o ar ganhar calor (CARVALHO et al., 2007). Quanto às correlações entre umidade e iluminância (UR x lx) e temperatura de bulbo seco e iluminância (TBS x lx) apresentaram-se quase sempre abaixo dos  $r = 0,5$ , mostrando com isso a baixa correlação entre essas variáveis. Isso porque o regime de iluminância nos galpões do tipo *blue house* apresenta um fluxo luminoso contínuo de no máximo 15 lux não apresentando dessa forma variação nos quadrantes dos galpões B2 e B1.

Tabela 11 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão positiva

Quadrante	<u>C1</u>			<u>C2</u>		
	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx	TBS x UR	UR x lx	TBS x lx
1	-0,67	0,00	0,33	-0,76	-0,26	0,44
2	-0,46	-0,19	0,43	-0,89	-0,39	0,41
3	-0,70	-0,39	0,53	-0,86	-0,02	0,19
4	-0,84	0,21	-0,09	-0,95	-0,42	0,42
5	-0,71	-0,24	0,47	-0,91	-0,43	0,47
6	-0,61	0,09	0,12	-0,78	-0,09	0,20

Uma vez que os dados de iluminância nos galpões D1 e D2 chamados *dark house* apresentaram-se constantes, não havendo variação devido à utilização de luz artificial e programa de luz, não houve valores de correlação entre as demais variáveis, temperatura e umidade apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 Coeficiente de Pearson para correlação das variáveis climáticas em cada um dos quadrantes nos galpões de pressão negativa.

Quadrante	<b><u>D1</u></b>	<b><u>D2</u></b>
	TBS x UR	TBS x UR
1	-0,50	-0,42
2	-0,77	-0,36
3	-0,63	-0,70
4	-0,77	-0,49
5	-0,70	-0,67
6	-0,68	-0,61

## 5.2 Concentração de gases – CO<sub>2</sub>

A concentração de CO<sub>2</sub> diferente do citado em literatura para o gás NH<sub>3</sub> não se apresentou crescente com a idade dos lotes. Através da Figura 38 é possível perceber que em algumas semanas houve elevados valores de concentração.

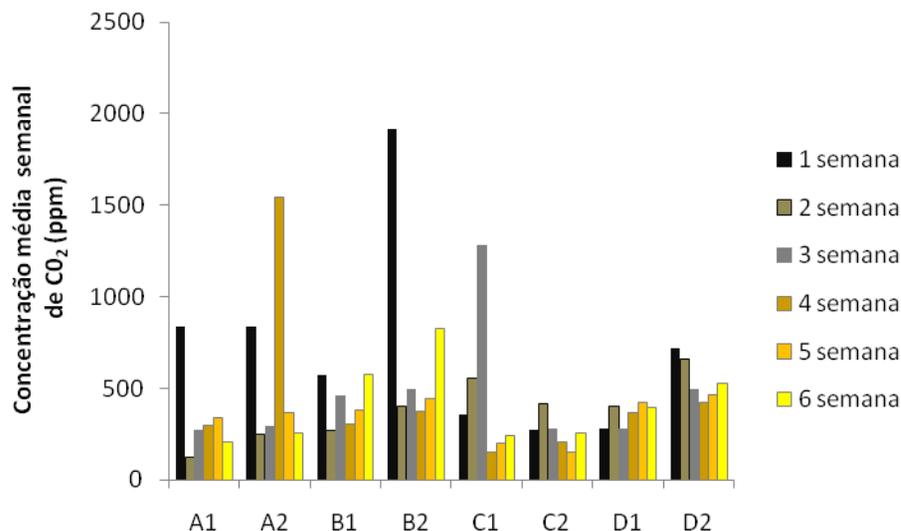
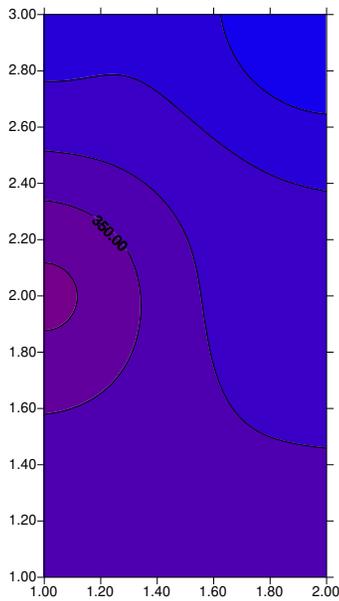


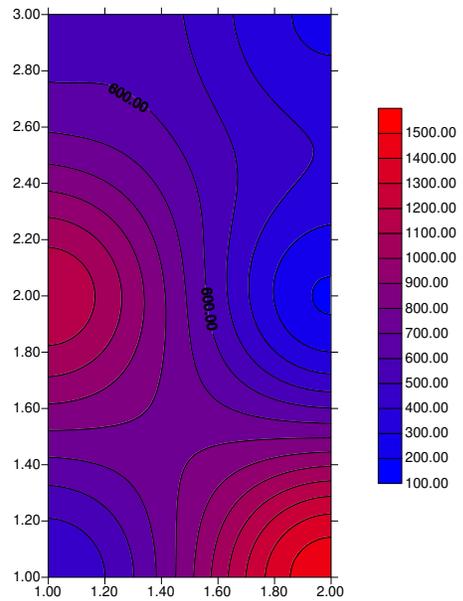
Figura 37 Gráfico comparativo das concentrações de CO<sub>2</sub> semanais dadas em cada um dos galpões.

O que foi observado para a primeira semana nos galpões que tiveram seus dados coletados na época de frio é o valor elevado da concentração de CO<sub>2</sub> nesta semana em comparação com as demais. Segundo Vigoderis et al. (2010) em períodos frios e nas primeiras semanas de vida do lote, além da necessidade de manter o calor gerado no interior dos galpões, é preciso também o manejo adequado das aberturas de cortina, em busca da renovação do ar desses ambientes. Com esses dois objetivos, aquecer e renovar o ar durante o inverno, a avicultura tem travado embates para garantir o conforto térmico das aves e sua produtividade frente às constante exigências internacionais de bem-estar animal.

A distribuição espacial da concentração média de CO<sub>2</sub> por quadrante em cada um dos galpões realizada a partir da 4<sup>a</sup> semana de alojamento dos lotes, pode ser observada nas Figuras 39 a 42.

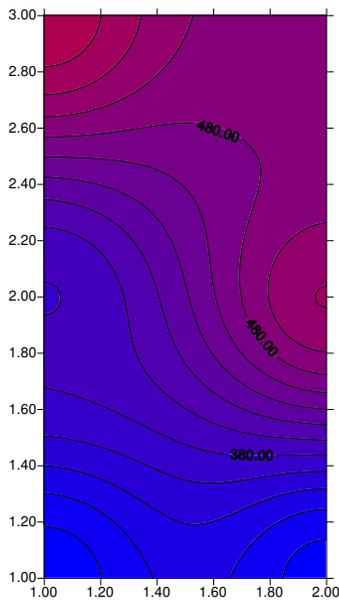


(a)

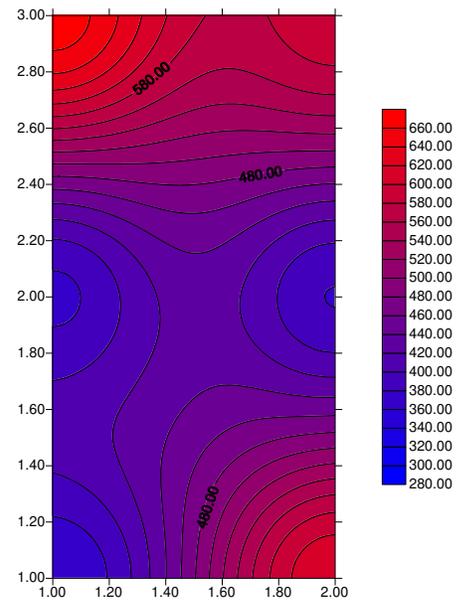


(b)

Figura 38 Distribuição espacial da concentração de CO<sub>2</sub> nos galpões A1 (a) e A2 (b).



(a)



(b)

Figura 39 Distribuição espacial da concentração de CO<sub>2</sub> nos galpões B1 (a) e B2 (b).

Os galpões de pressão positiva A1 e A2 apesar de mostrarem valores de concentração de CO<sub>2</sub> distintos, com A2 apresentando maiores valores médios observa-se que a distribuição espacial desta variável, fez-se de forma similar nestes galpões. Onde pelo menos o quadrante 3 foi a área de maior concentração nos dois galpões, assim como o quadrante 6 foi menor em ambos.

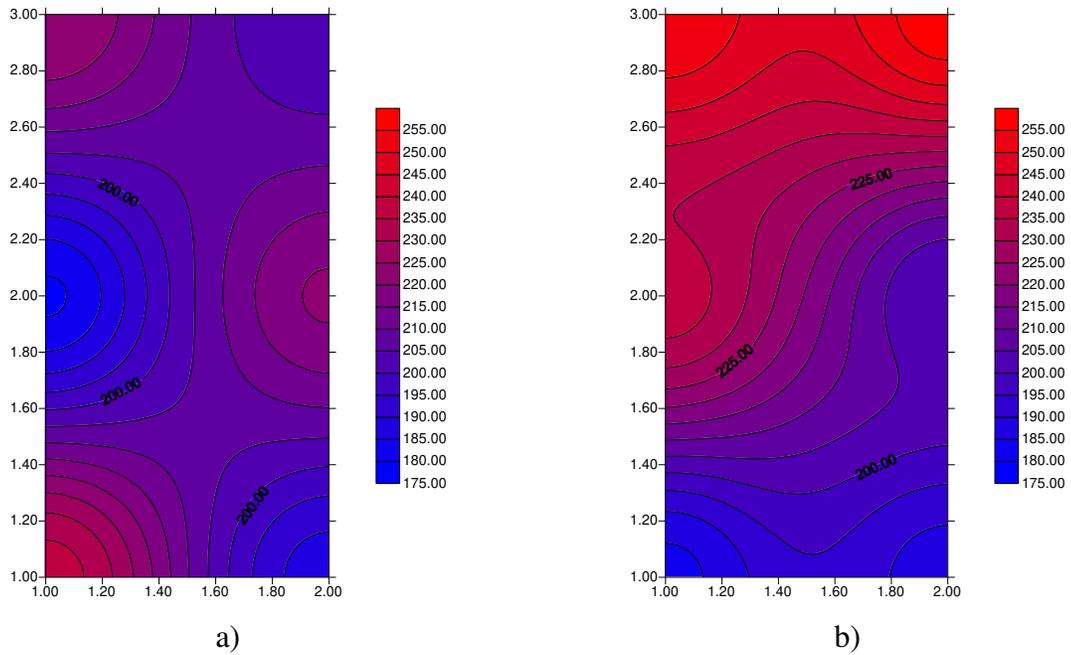


Figura 40 Distribuição espacial da concentração de CO<sub>2</sub> nos galpões C1 (a) e C2 (b).

A distribuição em C1 e C2 foi baixa apesar de ambos galpões apresentaram cama reutilizada e também não houve um padrão entre a distribuição espacial do CO<sub>2</sub> ao longo destes.

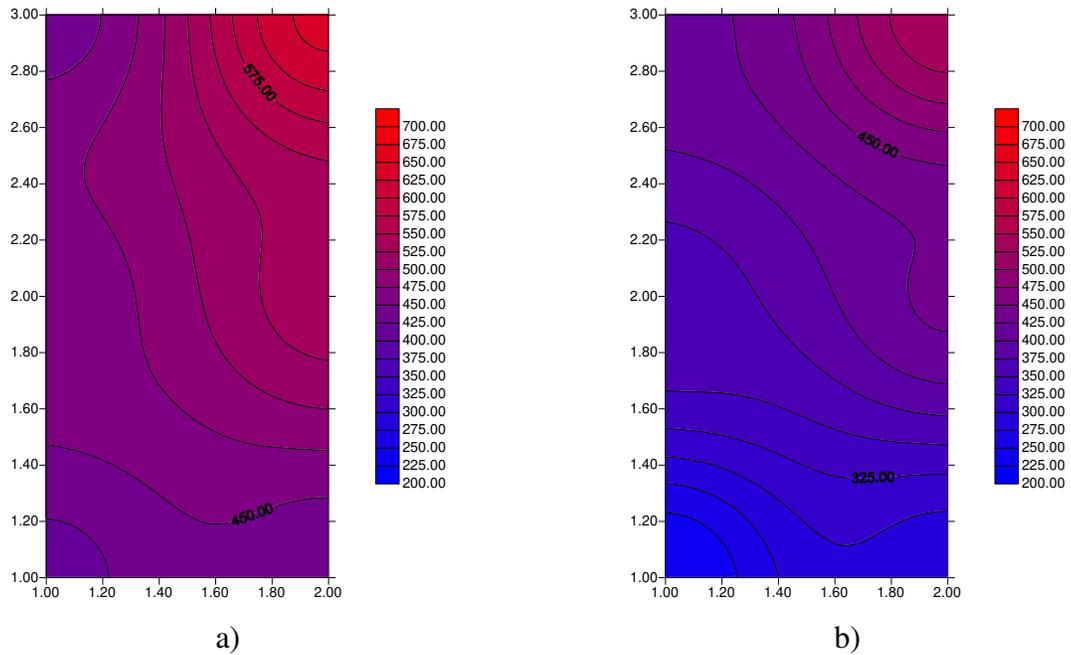


Figura 41 Distribuição espacial da concentração de CO<sub>2</sub> nos galpões D1 (a) e D2 (b).

As Figuras 39 e 42 mostram a distribuição espacial da concentração de CO<sub>2</sub> em ambos os galpões, B e D podendo se observar que o canto inferior do mapa, situado na área próxima aos exaustores apresentou as maiores taxas de concentração (ppm). Esses dados concordaram com os encontrados por Carvalho et al (2007) em seu trabalho estudando a distribuição das variáveis climáticas dentro de galpões de frangos de corte encontrou que na área próxima aos exaustores houve redução da umidade e aumento da temperatura de bulbo seco ao longo do galpão, e uma vez que as correlações entre TBS e CO<sub>2</sub> apresentam-se de forma positiva, é de se esperar a maior concentração de CO<sub>2</sub> nas áreas próximas aos exaustores. Os valores encontrados mantiveram-se abaixo do preconizado por COBB (2008), ou seja, abaixo dos 3000 ppm.

Para comparação da concentração de gases nos galpões com diferentes sistemas de climatização a partir da 4ª semana foi realizado o teste comparativo de médias para múltiplas variáveis ANOVA, onde os dados foram divididos em duas populações, uma componente entre os grupos e uma outra componente dentro o grupo. O resultado do teste é apresentado na Figura 42.

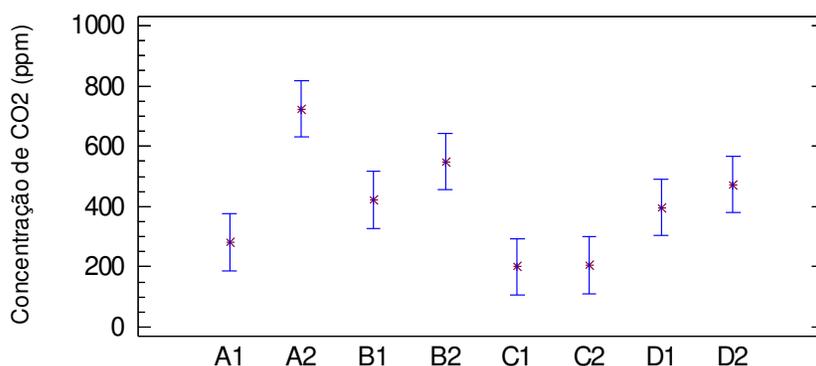


Figura 42 Gráfico comparativo de médias da concentração de CO<sub>2</sub> a partir da 4ª semana nos galpões com diferentes sistemas de climatização, pressão positiva e pressão negativa.

Através da Figura 43 pode-se constatar a alta concentração no galpão A2 e estatisticamente significativa de A1 com p-valor < 0,05, enquanto que nos demais não houve diferenças significativas entre os pares.

Para comparar o comportamento da concentração desse gás com as demais variáveis temperatura e umidade foi feita a análise de correlação de Pearson entre a concentração de CO<sub>2</sub> e estas variáveis entre os galpões, onde todas as correlações apresentaram-se abaixo de 0,5, indicando uma débil relação entre CO<sub>2</sub> e estes parâmetros.

A falta de correlação entre as concentrações deve-se ao fato de que o acionamento dos ventiladores não era feito de forma simultânea. Considerando a distância entre os galpões, o acionamento dos sistemas era feito iniciando-se pelo galpão A1 e só então após era ligado o sistema no A2. Pode também estar relacionado com a alta variação do ambiente térmico nesses galpões uma vez que o acionamento dos sistemas não ocorre através do uso de sensores, sendo tanto o acionamento como a interrupção dos sistemas feitos de forma manual. As correlações encontradas concordam com Lee et al. (2003) no seu trabalho que avaliou sistema de ventilação mecanizada e ventilação natural.

Lee et al. (2003) também relataram a dificuldade de analisar a relação do controle da ventilação aos fatores de ambiente interno, devido às mudanças nos padrões de ventilação feitas pelos próprios granjeiros, onde muitas das vezes é realizada de acordo com suas experiências e instinto.

A concentração de CO<sub>2</sub> em galpões de frangos pode estar associada primeiramente, a temperatura média encontrada nesses ambientes e também devido ao uso de cama reutilizada. Com essa hipótese foram analisadas através de análise de regressão a concentração de CO<sub>2</sub> e a Tbs em todos os sistemas, apresentadas na figura 44.

Apesar da correlação entre as variáveis TBS e CO<sub>2</sub> é esperada positiva, ou seja, as duas variáveis têm comportamento proporcional, como o apresentado por Lima et al. (2009b) em seu trabalho avaliando galpões de frangos de corte com diferentes sistemas de ventilação utilizou a correlação entre ambiente térmico e concentração de CO<sub>2</sub>, onde encontraram coeficientes de Pearson da ordem de 0,56 e 0,84 para galpões de pressão positiva e negativa respectivamente. Neste trabalho não se obteve correlações acima de 0,5 o que indicou fraca ou nenhuma correlação entre essas duas variáveis.

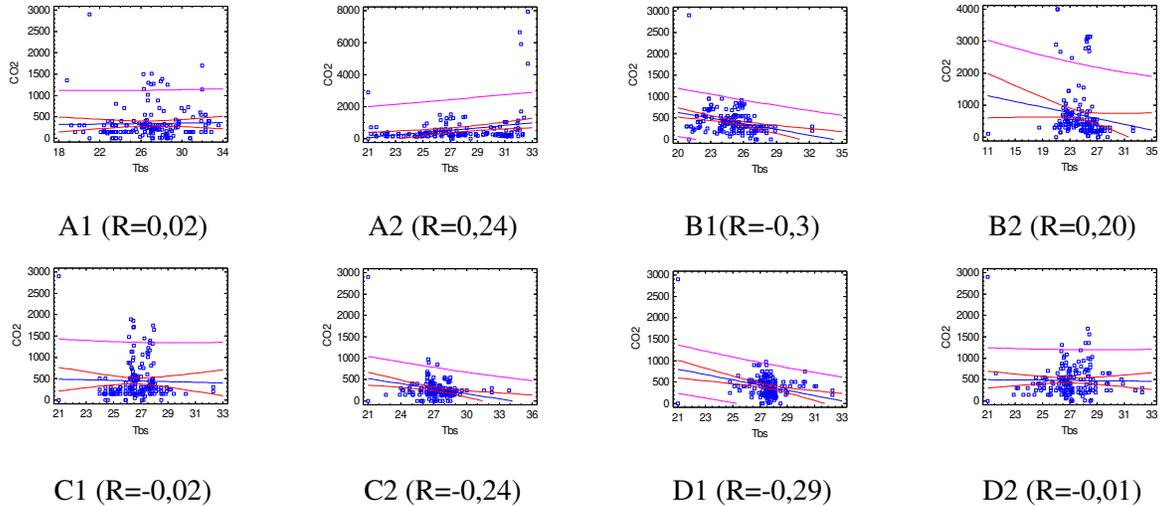


Figura 43 Gráfico de análise de regressão para todos os sistemas.

O único galpão que apresentou correlação positiva entre concentração de CO<sub>2</sub> e Tbs foi o galpão A2. Essa relação pode ser explicada por duas formas. Primeiramente pelo CO<sub>2</sub> proveniente da respiração das aves, onde segundo Chepete e Xin (2004) no seu estudo da estimativa da taxa de ventilação em galpões de poedeiras, a produção de CO<sub>2</sub> pode ser estimada a partir da produção de calor total e da taxa respiratória das aves. A segunda suposição é a respeito do uso da cama reutilizada, onde segundo estudos europeus sobre emissões de gases a partir das instalações para animais e aves as taxas de ventilação têm sido estimadas pela relação entre a produção de calor metabólico e a produção de CO<sub>2</sub> tanto dos animais quanto de seus dejetos (cama de frango). A validade deste método é baseada em dois fatores: a) os valores de produção de calor pelos animais, e b) A produção de CO<sub>2</sub> oriunda apenas da respiração dos animais. Além disso, dependendo do tratamento de dejetos, a produção de CO<sub>2</sub> medido pode ter uma contribuição considerável a partir da atividade microbiana destes (Koerkamp Groot et al., 1998).

Xin et al. (2009) em seu trabalho sobre uso da diferença da concentração do CO<sub>2</sub> para estimar a taxa de ventilação em galpões de frangos comparou essa metodologia chamada de método indireto com a mensuração da concentração do CO<sub>2</sub> a partir de medidores de gases, método direto, e obteve que a taxa de ventilação pelo método direto foi cerca de 10% maior que a taxa de ventilação medida pelo método indireto. A subestimação de 10% da taxa de ventilação pelo método do balanço de CO<sub>2</sub> representa o montante correspondente da geração

de CO<sub>2</sub> que não foi contabilizada na produção de CO<sub>2</sub> metabólico pelas aves. Por isso, os autores consideraram que o montante adicional de CO<sub>2</sub> teria vindo da própria cama de frango.

### 5.3 Concentração de gases – NH<sub>3</sub>

Quanto às concentrações médias de NH<sub>3</sub> a maioria dos galpões, apresentaram-se abaixo do preconizado em literatura de 20 a 25 ppm (IPPC BREF, 2003) com exceção dos galpões B2 e D2 durante seus primeiros dias de alojamento (1ª semana).

As concentrações de amônia mantiveram-se crescentes ao longo das semanas, o que já era de se esperar, concordando com o já previsto em literatura (GUIZIOU e BELINE, 2005; LIU et al., 2006; GATES et al., 2008). A Figura 45 apresenta os dados de concentração média semanal por galpão.

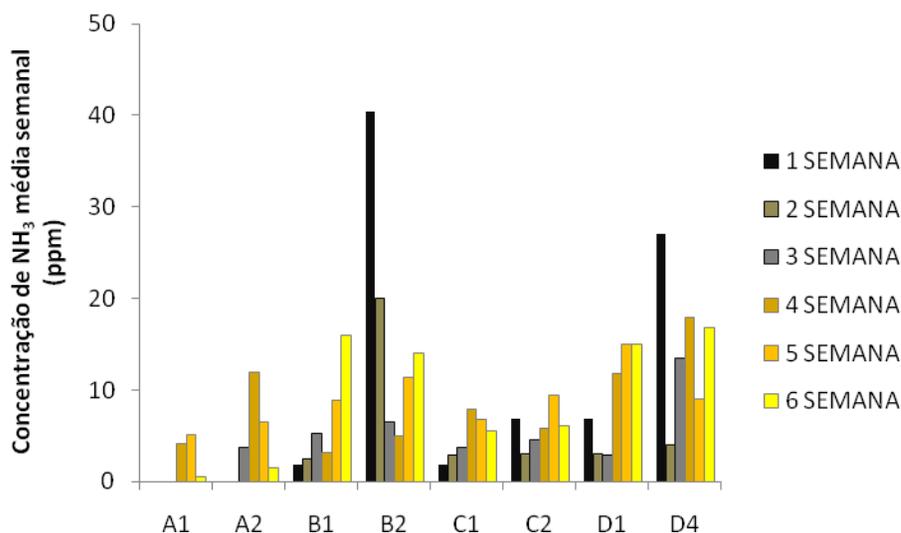


Figura 44 Gráfico comparativo das concentrações de NH<sub>3</sub> semanais dadas em cada um dos galpões.

Foi possível perceber a que os galpões de pressão negativa com cama reutilizada apresentaram maiores concentrações de NH<sub>3</sub> na primeira semana, este fato pode estar relacionado a problemas quanto a ventilação mínima realizada nesta semana.

Carvalho (2010) em seu estudo comparando galpões convencional, *blue-house* e *dark house* quanto aos seus manejos de ventilação mínima, sendo que alguns destes galpões foram utilizados aqui neste estudo, encontrou que galpões do tipo *dark House*, ou com larguras acima de 15,0 m tendem a apresentar maior concentração de gases não sendo por isso eficientes em termos de conforto térmico, qualidade do ar e da cama, durante a primeira semana de idade das aves (entre 1 e 7 dias de idade).

Os dados comparativos de concentração de amônia foram obtidos através do teste ANOVA onde foi constatada diferença estatística, ( $p$ -valor $<0,05$ ), com intervalo de confiança a 95%, entre médias dos galpões (Figura 46).

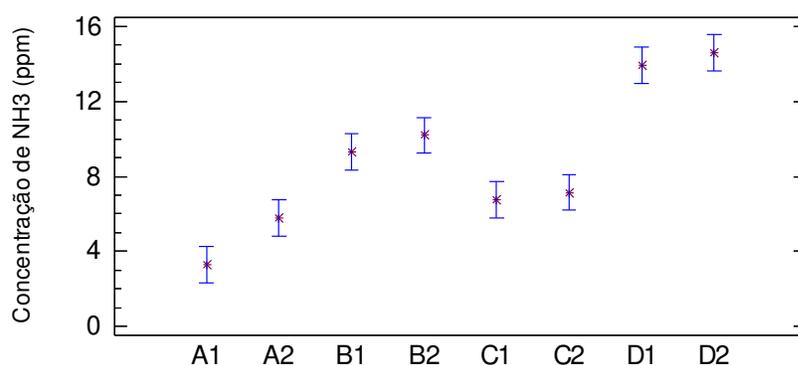


Figura 45 Gráfico comparativo de médias da concentração de NH<sub>3</sub> nos galpões a partir da 4ª semana com diferentes sistemas de climatização, pressão positiva.

As comparações de médias para os diferentes sistemas de ventilação apresentaram-se estatisticamente significativas, ( $p$ -valor $<0,05$ ), uma vez que em cada um dos dois sistemas havia dois tratamentos, ou seja, os galpões apresentavam-se com cama nova, A1, B1 e D1 e cama reutilizada A2, C1, C2 e D2.

Pelo gráfico é possível perceber que os dados de A2 e C1 não apresentaram diferenças significativas, apesar das camas serem de materiais diferentes ambas são reutilizadas de apenas 1 lote. Já o galpão B1 apesar de ter cama nova apresentou diferença de C1 e C2 com camas reutilizadas. Assim como o galpão D1 que apesar da cama nova apresentou maiores valores em relação aos galpões convencionais com cama reutilizada. Dentre os diversos fatores que podem ter influenciando nas diferenças de concentração entre os galpões, entre eles estão o manejo nutricional, pois os galpões eram de integradoras

diferentes, o que pode ter uma diferença no potencial nutritivo das rações assim como quantidade de nitrogênio excretado devido ao balanço nitrogênio. E também, devido à densidade de alojamento, uma vez que a capacidade de alojamento dos galpões de pressão negativa é maior devido sua maior capacidade de climatização.

Ainda a respeito da diferença de densidade em galpões, um estudo realizado por Coenen et al. (1996) constatou que a densidade de aves apesar de não ter influenciado na qualidade da cama, entretanto a baixa densidade das aves diminui a quantidade de matéria seca em 60% diminuindo a liberação de amônia.

A análise da concentração feita por quadrante também a partir da 4ª semana é mostrada nas figuras 47 a 50 e apresentou comportamento similar ao encontrado para a concentração de CO<sub>2</sub>, onde nos galpões de pressão positiva não apresentou um padrão entre os galpões A1, A2, C1 e C2. Já nos galpões de pressão negativa, B1, B2, D1 e D2, as maiores concentrações ocorreram nos quadrantes próximos aos exaustores. O mesmo foi encontrado por Carvalho (2010) que encontrou estas mesmas áreas como de maior concentração. Apesar destas áreas terem destaque pelos maiores valores, aqui não podemos considerá-las críticas porque em nenhum dos quadrantes os valores médios estiveram acima do preconizado em literatura (IPPC BREF, 2003; MIRAGLIOTTA, 2005; COBB, 2008)

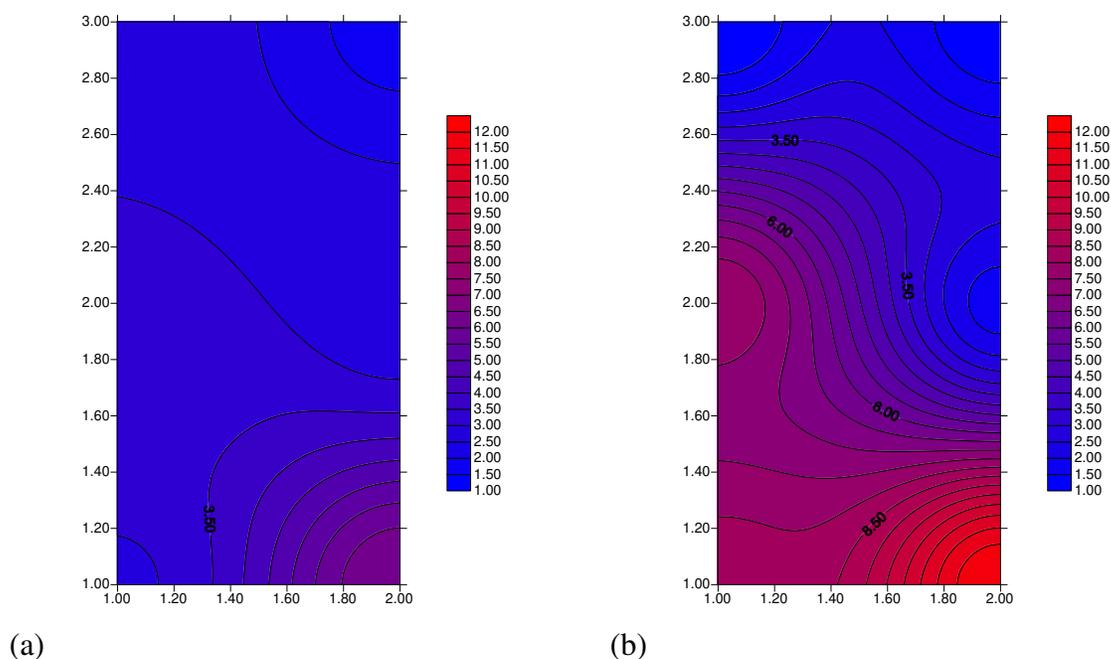
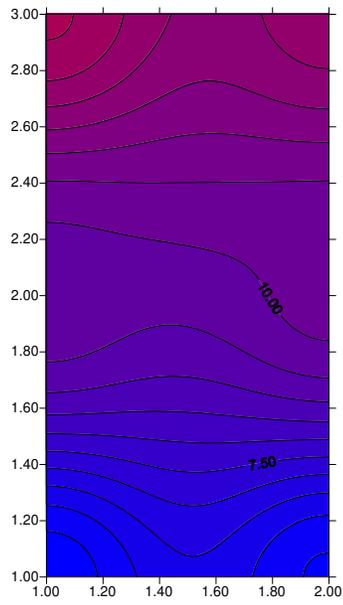
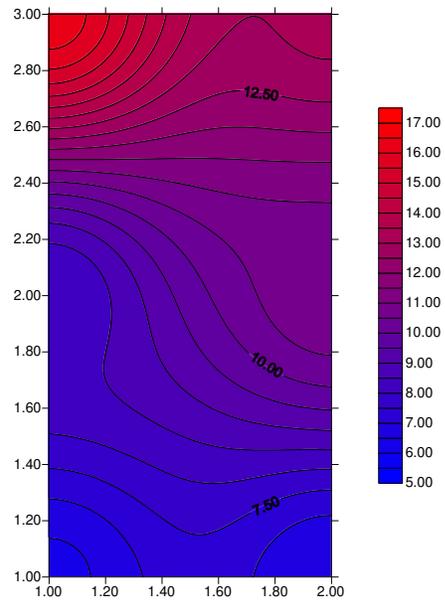


Figura 46 Distribuição espacial da concentração de NH<sub>3</sub> nos galpões A1 (a) e A2 (b).

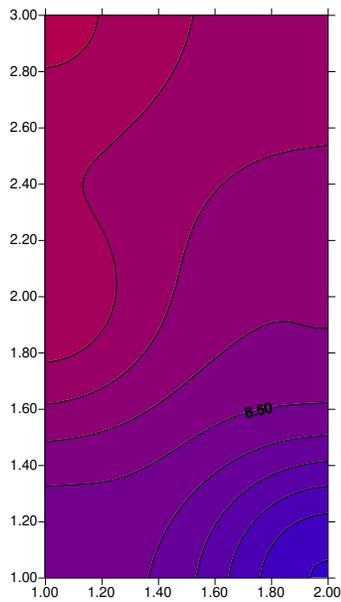


(a)

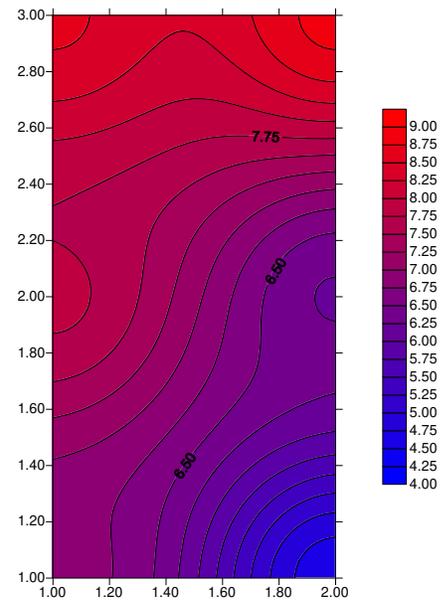


(b)

Figura 47 Distribuição espacial da concentração de  $\text{NH}_3$  nos galpões B1 (a) e B2 (b).



(a)



(b)

Figura 48 Distribuição espacial da concentração de  $\text{NH}_3$  nos galpões C1 (a) e C2 (b).

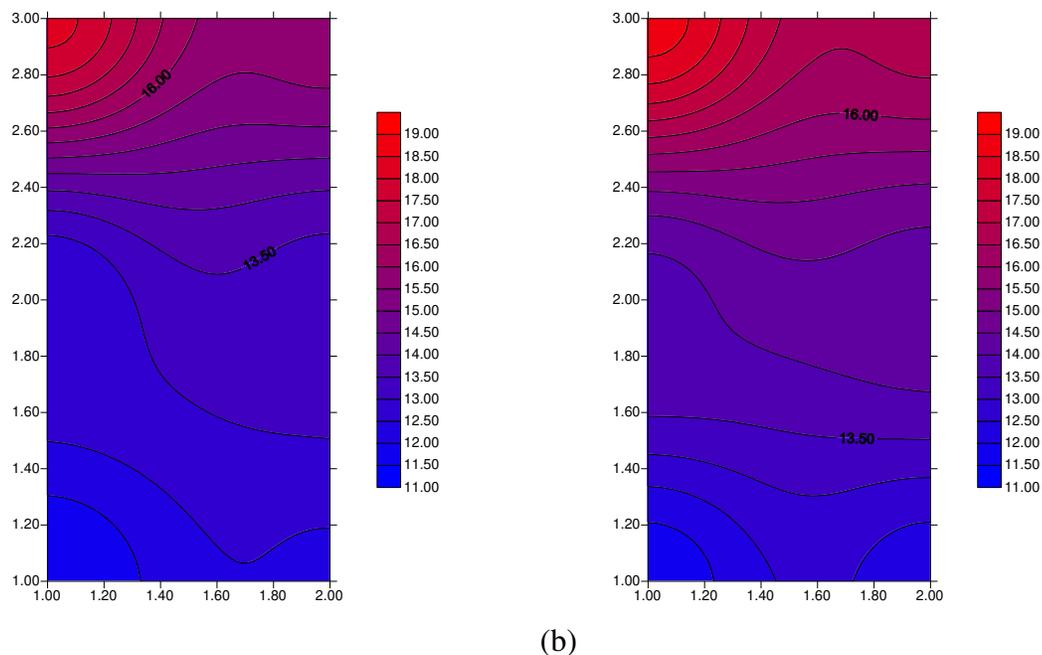


Figura 49 Distribuição espacial da concentração de  $\text{NH}_3$  nos galpões D1 (a) e D2 (b).

As análises da concentração de amônia foram também realizadas em três diferentes alturas com o intuito de averiguar o melhor posicionamento de coleta de concentração de  $\text{NH}_3$ . Esta avaliação das três alturas foi também comparada com a avaliação da temperatura, umidade e velocidade do vento buscando-se correlacioná-las à concentração de  $\text{NH}_3$ .

Inicialmente, os dados de concentração foram utilizados a partir da 4ª semana do lote em decorrência dos problemas de manejo da ventilação mínima, sendo então realizada uma análise de correlação entre as três diferentes alturas da amônia. Os resultados são apresentados nas Tabelas 13 e 14

Tabela 13 Matriz de correlação entre as três alturas de coleta de concentração de  $\text{NH}_3$  para os galpões do tipo A e B

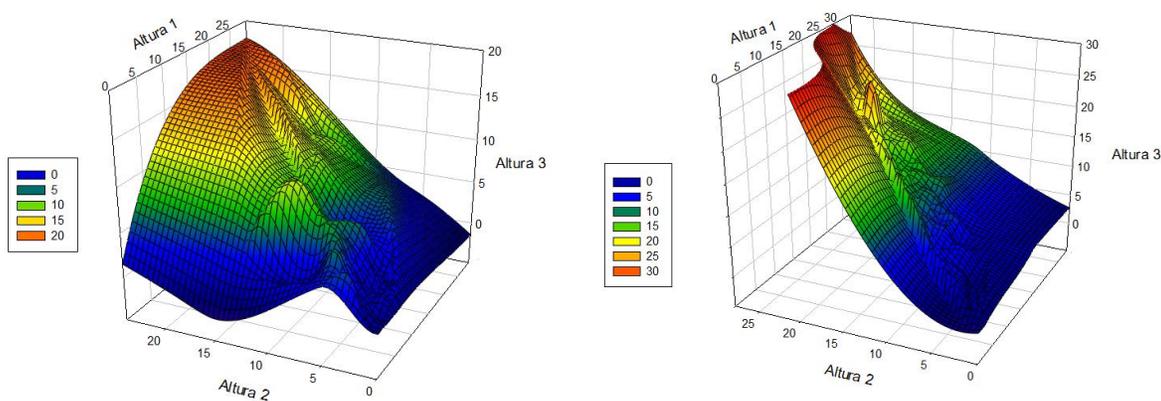
	A1			A2			B1			B2		
	$\text{NH}_31$	$\text{NH}_32$	$\text{NH}_33$									
$\text{NH}_31$	1			1			1			1		
$\text{NH}_32$	0,89	1		0,94	1		0,95	1		0,93	1	
$\text{NH}_33$	0,79	0,94	1	0,93	0,99	1	0,93	0,98	1	0,90	0,98	1

Tabela 14 Matriz de correlação entre as três alturas de coleta de concentração de  $\text{NH}_3$  para os galpões do tipo C e D

	C1			C2			D1			D2		
	$\text{NH}_31$	$\text{NH}_32$	$\text{NH}_33$									
$\text{NH}_31$	1			1			1			1		
$\text{NH}_32$	0,92	1		0,85	1		0,85	1		0,87	1	
$\text{NH}_33$	0,90	0,95	1	0,75	0,82	1	0,80	0,95	1	0,85	0,97	1

Todas as correlações estiveram acima de 0,7 o que indicou uma forte correlação entre as alturas avaliadas. O que foi observado é que sempre a maior correlação foi encontrada entre as alturas 2 e 3.

Analisando-se as três alturas em relação aos dois sistemas de ventilação, tem-se que a diferença média entre as concentrações de  $\text{NH}_3$  nos galpões de pressão positiva entre a altura 1 e altura 2 é de 1,5 ppm enquanto que entre a altura 1 e 3 é de 2,1 ppm. Já para os galpões de pressão negativa a diferença entre alturas 1 e 2 é de 2,6 ppm e entre as alturas 1 e 3 é 3,6 ppm. Sendo assim a concentração nas três alturas ocorre de forma decrescente como pode ser visualizado no gráfico da Figura 51, onde os dados médios são apresentados por sistema de ventilação.



(a)

(b)

Figura 50 Concentração de  $\text{NH}_3$  média nos galpões de pressão positiva (a) e pressão negativa (b) nas três diferentes alturas.

A redução da concentração de  $\text{NH}_3$  em função da altura de medição está principalmente em função da velocidade do vento encontrada em cada ponto de medida (altura), pois segundo Liu et al (2006) as trocas de ar podem influenciar a concentração de gás amônia ainda na sua fase livre assim como o coeficiente de transferência de massa; influenciando com isso a emissão de amônia a partir da cama. Segundo Redwine et al. 2002 a concentração de amônia pode ser tão baixa quanto mais alta for a taxa de ventilação das instalações. Quando a taxa de ventilação aumenta, apesar de ocorrer o aumento do fluxo da amônia pela cama a concentração do gás na fase livre será reduzida. Nas Figuras 52 e 53 é possível observar a concentração de  $\text{NH}_3$  nas três alturas em vista frontal, sendo representada pelos quadrantes 1 e 2 nos dois sistemas de ventilação.

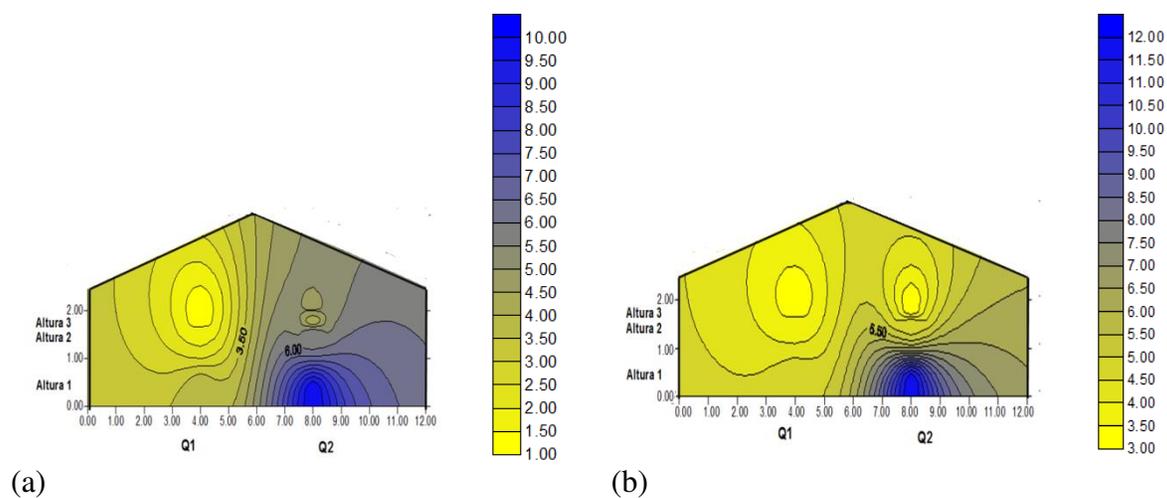
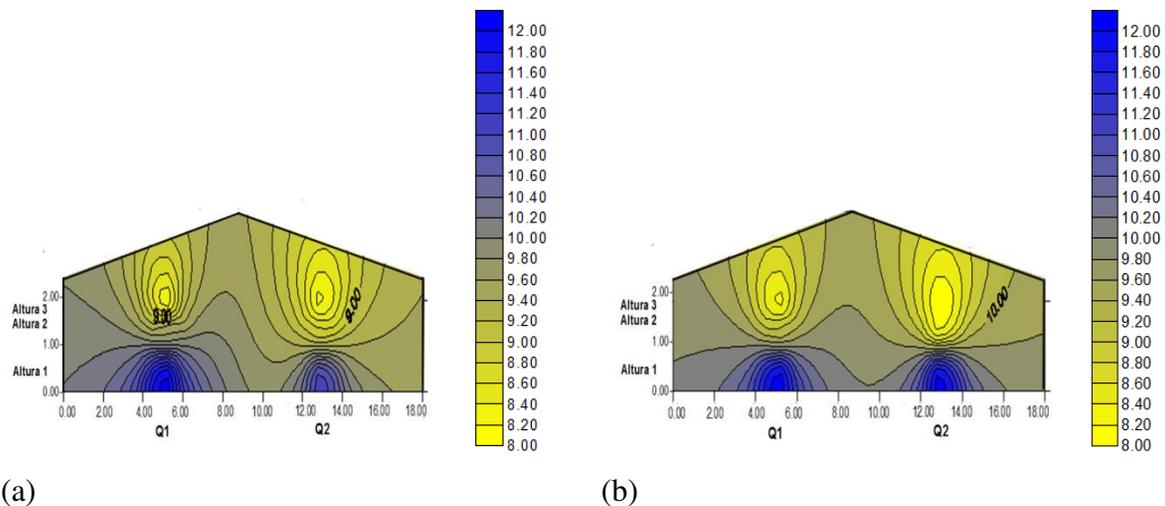


Figura 51 Vista frontal da concentração média de  $\text{NH}_3$  em três alturas no galpão convencional com cama nova (a) e reutilizada (b).



(a) (b)  
 Figura 52 Vista frontal da concentração média de  $\text{NH}_3$  em três alturas no galpão pressão negativa com cama nova (a) e reutilizada (b).

Na visualização frontal também foi possível perceber que, nos galpões de pressão positiva, o manejo de cortina exerceu grande influência na concentração de gases onde sempre que houve manejo de abertura de cortinas conforme a necessidade, este por sua vez promoveu assim, a renovação do ar das instalações reduzindo com isso a concentração de amônia nestas áreas, sendo assim observado a menor concentração no quadrante 1 em relação ao quadrante 2 nas duas condições de cama, nova e reutilizada.

De acordo com Nicholson et al. (2004) a alta taxa de ventilação em galpões de frango é o fator responsável pelo maior fluxo de amônia oriunda da cama. Entretanto, a velocidade do ar na superfície da cama não depende somente da taxa de ventilação, mas também das características do fluxo. De acordo com Liu et al. (2006) o número de estudos que relatam a velocidade do ar na superfície da cama é ainda limitado. Os resultados aqui encontrados para velocidade do ar foram medidos também em três diferentes alturas demonstrados de acordo com sistema de ventilação e podem ser visualizados na Figura 54. O comportamento da velocidade do vento foi justamente contrário ao da concentração de  $\text{NH}_3$ , ou seja, foi crescente com as alturas, o que pode comprovar o papel da ventilação com sua função diluidora da concentração de gases.

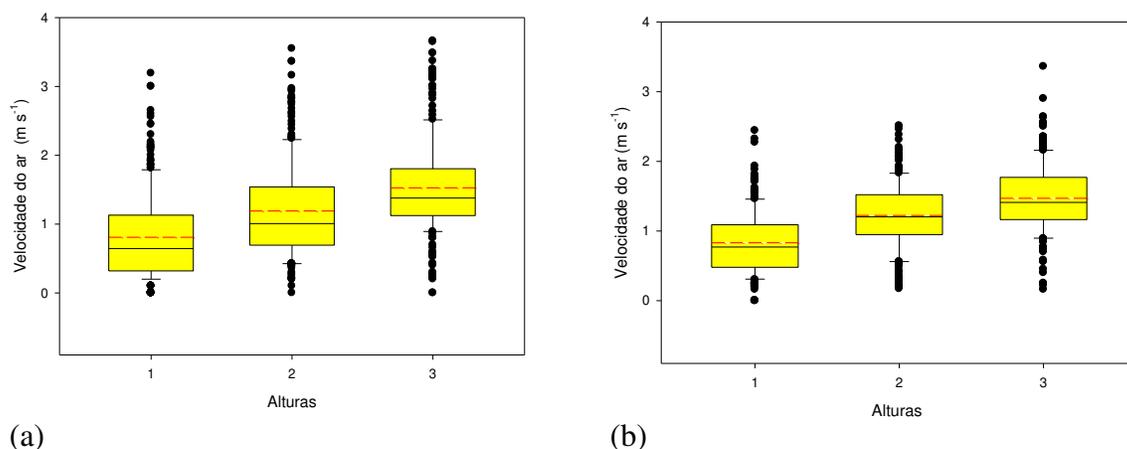


Figura 53 Velocidade do ar nos galpões de pressão positiva (a) e pressão negativa (b) nas três diferentes alturas.

Os dados médios de ventilação encontrados aqui por sistemas foram mensurados a partir da 4ª semana o que fez com que estes valores médios estivessem acima dos encontrados por Brewer e Costelo (1999) que encontraram velocidade do ar média de  $0,24 \text{ m s}^{-1}$  a uma altura de 25 cm em galpões de frangos de corte. E também Carvalho (2010) encontrou valores abaixo de  $0,5 \text{ m s}^{-1}$  durante as três primeiras semanas de alojamento a uma altura 0,30m da superfície da cama.

Um método para descrever o efeito da ventilação sobre a concentração de amônia foi realizado por Van Wicklen e Allison (1989) quando a concentração de  $\text{NH}_3$  era 20 ppm e dois exaustores eram então ligados por 3 minutos houve uma diluição percentual de 31,7% levando a redução de 20 ppm a 13,7 ppm após decorridos os 3 minutos.

A relação que se pode estabelecer neste estudo foi que a ventilação em cada um dos três pontos mensurados foi crescente. Correspondendo a um aumento médio de  $0,38 \text{ m s}^{-1}$  entre as alturas 1 e 2 e  $0,72 \text{ m s}^{-1}$  entre as alturas 1 e 3 nos galpões de pressão positiva. Para os galpões de pressão negativa a relação foi  $0,39 \text{ m s}^{-1}$  alturas 1 e 2 e  $0,63 \text{ m s}^{-1}$  nas alturas 1 e 3.

Ainda estudando o comportamento da amônia nos diferentes pontos de mensuração, foi aqui realizada uma análise de regressão simples com o intuito de se estimar as alturas 2 e 3 em função da altura 1. Dessa forma a altura 1 foi considerada a variável independente (x) enquanto que as demais foram as variáveis dependentes (y). A partir dessa análise de regressão, do tipo modelo linear  $Y = a + bx$ , foram obtidas as seguintes equações apresentadas na tabela abaixo.

Tabela 15 Equações de ajuste de modelo para descrever a relação entre a concentração de NH<sub>3</sub> em três diferentes alturas.

	Variável dependente NH <sub>3</sub> (2)	Variável dependente NH <sub>3</sub> (3)
Pressão positiva	$y = 0,223582 + 0,628716x$ $R^2 = 0,88$	$y = 0,255397 + 0,465594x$ $R^2 = 0,73$
Pressão negativa	$y = 0,0964328 + 0,764311x$ $R^2 = 0,87$	$y = 0,0972758 + 0,670783x$ $R^2 = 0,83$

De forma geral, os dados encontrados para todos os modelos, independente do sistema de ventilação, pode ser assim resumido: o p-valor encontrado pelos testes ANOVA foi inferior a 0,01, isto indicou que existe uma relação estatisticamente significativa entre a variável dependente e independente, para um intervalo de confiança de 99%. O valor de R-quadrático indicou o quanto o modelo gerado pela equação explicou a variabilidade na variável dependente. Em todos os modelos o coeficiente de correlação foi maior que 0,8 indicando uma relação relativamente forte entre as variáveis (alturas 1, 2 e 3).

Testes de correlação de Pearson foram também realizados para se observar o comportamento da concentração de NH<sub>3</sub> em função de variáveis como a velocidade do ar, a temperatura, a umidade e a iluminância. Nos galpões de pressão positiva a única correlação significativa foi encontrada entre a concentração de NH<sub>3</sub> e a velocidade do ar (-0,52). Esse valor está muito próximo do encontrado por Van Wicklen e Allison (1989) em seu trabalho avaliando concentração de amônia e aerossóis em galpões de frangos naturalmente e mecanicamente ventilados, encontraram o fator de correlação de -0,59 entre velocidade do ar e concentração de NH<sub>3</sub>.

Os dados de iluminância não apresentaram nenhum padrão de correlação com os níveis de concentração de NH<sub>3</sub>. Este comportamento da iluminância em relação à concentração de NH<sub>3</sub> demonstra que em análises de correlação e regressões essas variáveis podem ser consideradas independentes. De acordo com Owada et al. (2007) em seu trabalho avaliando o bem-estar em galpões de frangos de corte, utilizando a Teoria dos Conjuntos *Fuzzy* os autores consideraram a concentração de amônia e luminosidade em galpões como variáveis ambientais independentes que influenciam na variável dependente, o bem-estar.

## 5.4 Análise de cama

As análises de cama de frango foram realizadas divididas pelo tipo de material, a idade da cama e pelo sistema de ventilação.

Quanto ao tipo de material de cama utilizado como substrato nas granjas foi denominado material 1 para cama feita da mistura de casca de arroz e café, encontrado nas granjas A e B e o material 2 sendo cama de maravalha encontrada nas granjas C e D

Quanto à idade da cama e o tipo de sistema, o galpões A1, B1 e D1 apresentaram cama nova sendo apenas o galpão A1 representativo do sistema de pressão positiva. A cama reutilizada foi encontrada nos galpões A2, B2, C1, C2 e D2, onde o galpão C2 foi o único com cama de 2ª criada.

Os parâmetros analisados para avaliação da qualidade de cama foram o pH, a umidade da cama, a temperatura interna da cama (TIC) e a temperatura de superfície da cama (TSC). Foi realizado o teste t comparativo de médias entre os sistemas de ventilação (pressão positiva e negativa) de acordo com a idade da cama. Somente a cama de maravalha não teve seus dados comparados entre sistemas de ventilação na condição de cama nova, pois apenas 1 dos 4 galpões apresentava seu substrato nessa condição. Assim como os dados do galpão C2 não constaram na análise comparativa devido a maior idade desta cama. Os dados comparativos para os parâmetros citados anteriormente foram apresentados na Tabela 16 seguido do respectivo p-valor em cada análise comparativa entre sistemas.

Tabela 16 Resultados do teste t sobre os parâmetros de qualidade de cama de acordo com o sistema de ventilação.

	Material 1						Material 2		
	Nova			Reutilizada			Reutilizada		
	A1	B1	p-valor	A2	B2	p-valor	C1	D2	p-valor
<b>pH</b>	8,03	8,66	0,00	8,06	8,57	0,00	8,01	8,69	0,00
<b>Umidade</b>	23,31	36,72	0,00	27,93	36,44	0,00	36,32	35,24	0,00

\*Médias com p-valor <0,05 são estatisticamente significativas

Foi observado que os parâmetros foram todos estatisticamente significativos em ambas as condições, nova e reutilizada. Sendo que os valores médios dos galpões de pressão negativa em ambos os parâmetros foram sempre maiores, demonstrando a influência do sistema de ventilação sobre a qualidade da cama, possivelmente em decorrência da maior densidade nestes galpões.

Uma vez que essas comparações foram feitas entre os galpões pertencentes a uma mesma integradora, sabe-se que a cama de frango pode variar de acordo com sua composição e características físicas dentre uma mesma produção, entre granjas e regiões. Onde essa variabilidade ocorre devido às diferenças na quantidade e no tipo de material de cama usado como substrato, número de lotes criados, a quantidade de dejetos, tipo de bebedouro utilizado, manejo e retirada da cama (ATAPATTU et al., 2008).

Analisando os parâmetros de forma isolada, foi observado que os dados do pH da cama variaram entre 8,0 para os galpões convencionais a 8,5 para os galpões tipo túnel. Os valores médios do pH apresentaram-se estatisticamente significativos em um nível de confiança a 95%.

O pH, mesmo com as diferenças estatísticas encontradas, encontrava-se básico (tabela 16), o que já era esperado devido ao material utilizado como cama. O pH da cama desempenha papel importante na qualidade do ar em aviários, pois pH alcalino favorece a atividade microbológica e conseqüentemente a volatilização da amônia (BLAKE e HESS, 2001).

Dessa forma, foi observado que de acordo com o sistema de ventilação foram encontradas diferenças quanto ao parâmetro pH, independente da idade da cama, do material e da época do ano. Diferente, do apresentado por Miragliotta (2005), que encontrou diferenças no pH da cama de dois diferentes sistemas de ventilação, convencional e túnel, somente durante a época de frio.

Apesar da umidade média da cama ter se mostrado abaixo dos 40% para todos os galpões, independentemente da condição e tipo de material da cama um padrão foi observado nos galpões de pressão negativa nos quais os primeiros quadrantes apresentaram os maiores valores de umidade, da ordem de  $42\% \pm 0,03$  devido à presença de nebulizadores na área do *pad cooling*. Segundo Baião (1996) a influência da umidade da cama (40 a 60%), juntamente com a temperatura (25 a 30°C) e o pH (5,5 a 9,0) é responsável pelo aumento da reação da degradação dos compostos nitrogenados na cama de frango.

A diferença entre a umidade nos galpões pode ocorrer devido a fatores como a diferença na densidade populacional, sendo que Miragliotta (2001) obteve valores semelhantes em estudo comparativo utilizando galpões com diferentes densidades populacionais e sistemas de ventilação, onde o galpão com alta densidade populacional apresentou umidade de cama de frango significativamente superior (30,34%) ao galpão convencional (26,20%), ao nível de significância de 5%, no 28º dia de produção. E entre quadrantes, para este mesmo dia, o galpão convencional apresentou a mesma tendência, na qual os quadrantes pertencentes ao setor leste (26,77%) e aos pertencentes ao oeste (27,03%) foram superiores àqueles no setor central (24,82%).

Segundo Ávila et al. (2008) apesar da expansão da avicultura, juntamente com todo o aparato tecnológico utilizado nessa produção, o material mais usado como cama, tem sido a maravalha, que foi se tornando progressivamente mais escassa e dessa forma de valor mais caro. Fato este que tem levado a diversos estudos investigando diferentes materiais com o objetivo de propor alternativas para o substrato da cama de frango.

Dessa forma, aqui foi realizado o teste t comparativo de médias no intervalo de confiança de 95% entre os dois materiais encontrados nesse estudo, a mistura casca de arroz e café (Material 1) e a maravalha (Material 2). Nesta análise foram usados todos os dados de cada galpão formando um *cluster* de cada material independente do sistema de ventilação e da condição da cama, pois aqui o intuito foi avaliar somente os parâmetros pH, umidade e temperatura da cama em ambos os materiais. O resultado é apresentado na Figura 55.

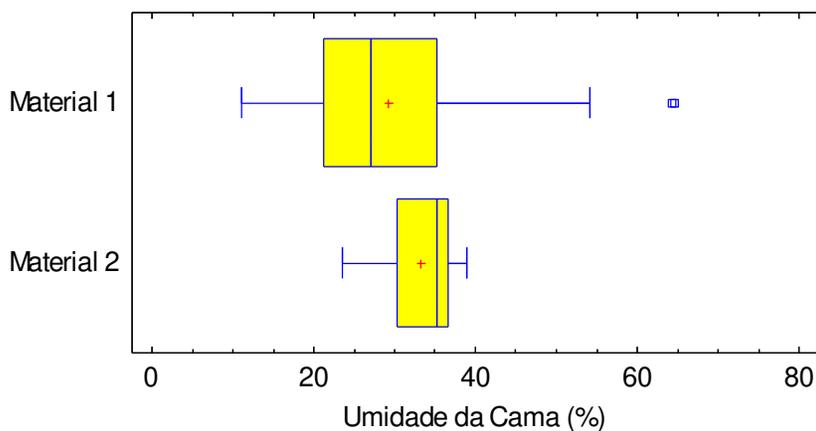


Figura 54 Teste de médias da umidade da cama em porcentagem entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.

Observa-se que houve diferença estatisticamente significativa, ( $p$ -valor  $<0,05$ ), entre a umidade da cama dos materiais. Isto pode ser devido ao poder de absorção do material, onde através da Figura 55 pode se observar que a cama de maravalha, material 1 apresentou maior umidade. De acordo com Ávila et al. (1992), a maravalha que é um material constituído por partículas de tamanho aproximado de 3 cm, produzida pelo beneficiamento de madeiras como pinheiro, pínus, bracatinga, canela, cedro, etc., apresenta bom poder de absorção, que pode variar de acordo com o tipo de madeira utilizada.

Já o material 1, a casca de arroz+café, apresenta restrição quanto ao seu uso justamente devido à baixa capacidade de absorção além de ser composta de partículas pequenas que podem ser ingeridas em demasia com riscos de intoxicação. Essa baixa absorção apresentada pela casca de arroz foi possivelmente associada a melhores desempenhos, como no estudo de Anisuzzaman e Chowdhury (1996) que compararam quatro tipos de materiais para cama, dentre eles a casca de arroz, e observaram que este foi o material que proporcionou melhor resultado quando utilizado, pois proporcionou maior ganho de peso e consumo de ração, melhor conversão alimentar, maior viabilidade e maior índice de produtividade. No entanto no trabalho de Santos et al. (2000), comparando camas de casca de arroz, casca de café e outras, concluíram que os materiais não afetaram o desempenho dos frangos.

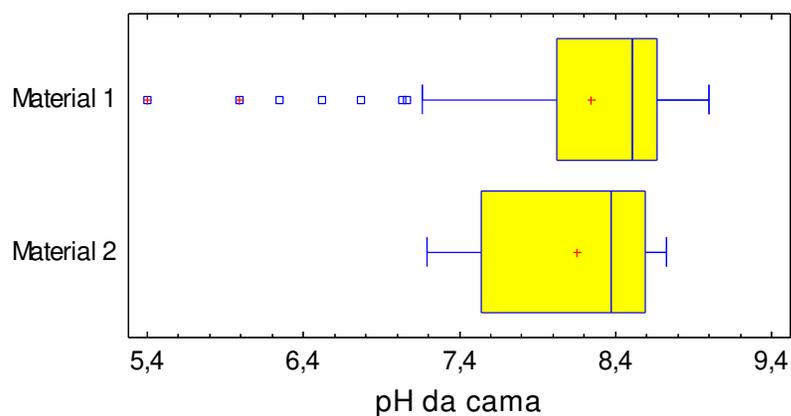


Figura 55 Teste de médias do pH da cama em porcentagem entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.

Quanto à análise do pH entre os materiais, observa-se na Figura 56 que não houve diferenças significativas a um intervalo de confiança de 95%. Esses resultados estão de acordo com outros estudos comparativos com material de cama em relação ao pH. Atapattu et al (2008) em estudos de emissões de amônia a partir de três tipos de materiais, também comparou o pH das mesmas também não encontrando diferenças significativas.

Com o intuito de estudar o comportamento da temperatura sobre os parâmetros de qualidade da cama, foram inicialmente analisadas as correlações das temperaturas de superfície da cama (TSC) e temperatura interna da cama (TIC) de acordo com o material usado como substrato, materiais 1 e 2. A análise da correlação foi realizada através de Regressão Simples onde através da Figura 57 foram apresentados o comportamento das respectivas variáveis entre si, assim como suas equações para ajuste de modelo de suas relações. Os gráficos mostrados abaixo apresentam as duas temperaturas (TSC) e (TIC) para ambos os galpões.

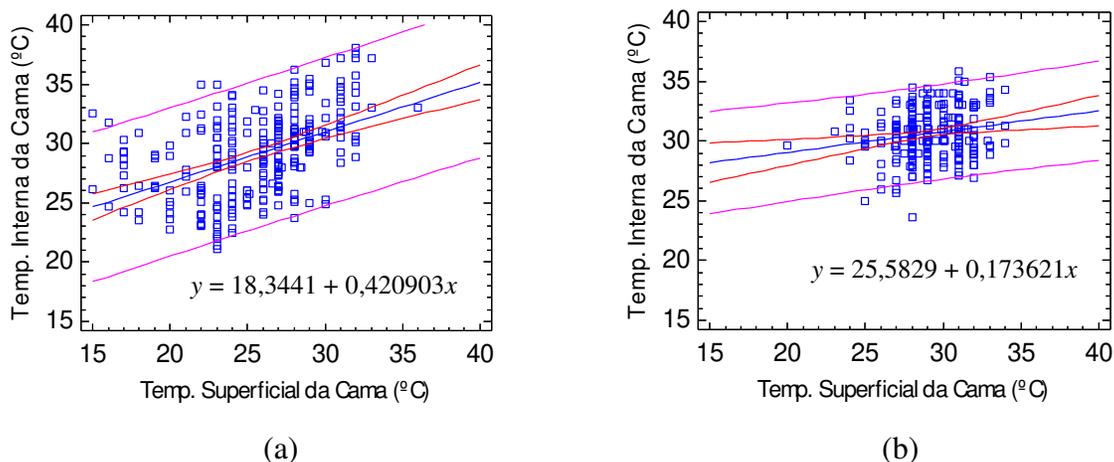


Figura 56 Análise de Regressão entre as variáveis TIC e TSC para cama de Material 1(a) e Material 2 (b).

Para a relação das variáveis em ambos os substratos, material 1 e 2, o p-valor encontrado foi inferior a 0,01, o que permite dizer que existe uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis TIC e TSC a um intervalo de confiança a 99%.

O valor do  $R^2$  na análise de regressão é responsável por explicar em porcentagem a variabilidade de TIC. O  $R^2$  para material 1 foi 21,86% enquanto para o material 2 explicou apenas 3,52%. Já coeficiente de correlação, (r), também foi baixo em ambos os substratos,

sendo no material 1 igual 0,46 e no material 2 igual a 0,18, indicando uma relação relativamente fraca entre as variáveis TIC e TSC.

Apesar da fraca correlação entre as temperaturas da cama, as temperaturas de superfície interna apresentaram-se como esperado, com valores maiores que a temperatura superficial. Uma vez que as análises foram conduzidas em diferentes épocas do ano foi realizado um teste de variância ANOVA para comparar os valores de ambas as temperaturas nas diferentes épocas do ano, com ambos os materiais 1 e 2, também podendo ser identificando o sistema de ventilação em uso. Os resultados são mostrados nas Figuras 58 e 59.

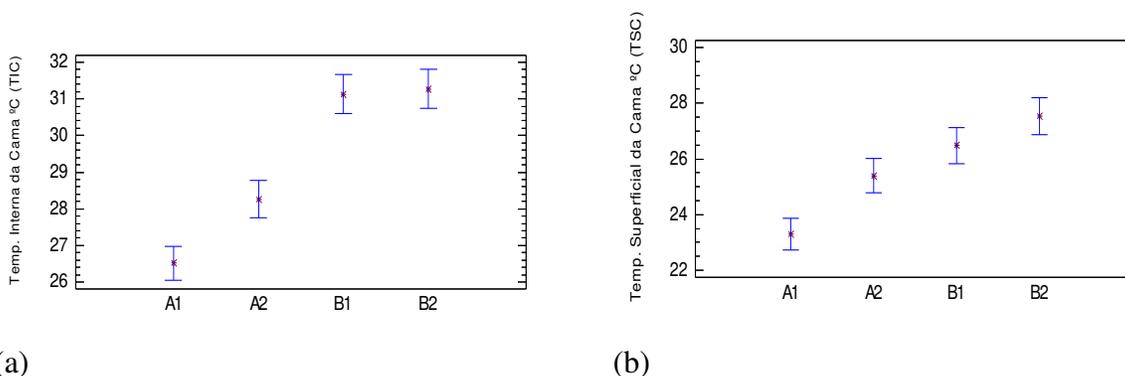


Figura 57 Comparação das temperaturas médias, TIC (a) e TSC (b) na cama de casca de café+arroz (material 1) para os aviários A e B.

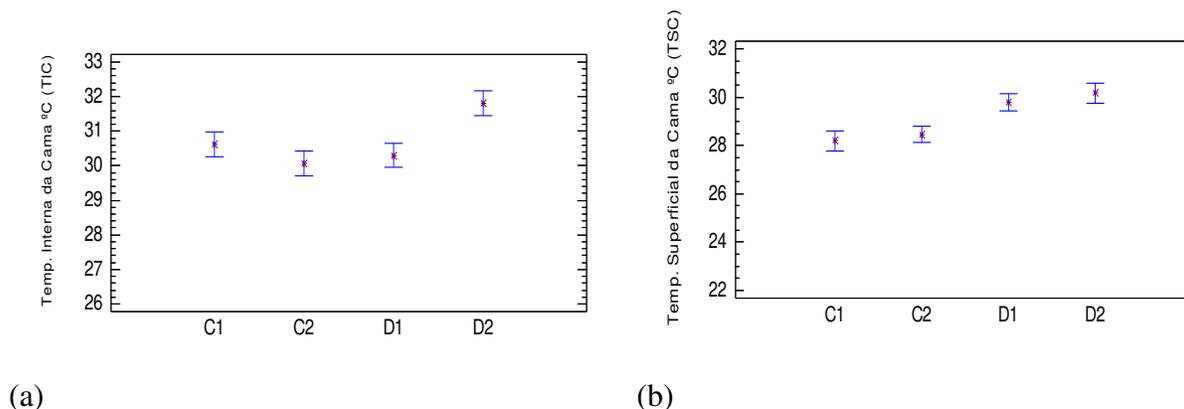


Figura 58 Comparação das temperaturas médias, TIC (a) e TSC (b) na cama de maravalha (material 2) para os aviários C e D.

Como pode ver visualizado nas Figuras 58 e 59, as temperaturas das camas reutilizadas apresentaram-se mais elevadas em comparação com as temperaturas dos galpões com cama nova. As temperaturas superficiais dos galpões com cama tratada concordam com os resultados encontrados por Miragliotta (2001), onde em seu trabalho, foram encontradas as temperaturas superficiais de 25,33°C para o sistema convencional e 27,78 para o sistema tipo túnel.

Foi observado também que a diferença média entre as temperaturas TIC e TSC durante o período frio, representado pelos valores encontrados em A1, A2, B1 e B2 foi aproximadamente 3°C enquanto para o período de calor, galpões C1, C2, D1 e D2 essa diferença foi apenas 1,6°C mostrando o quão próximas elas foram para esse período. Uma explicação para esse fato pode estar relacionada a umidade da cama, pois a cama de maravalha (material 2) apresentou maior umidade como mostrado na Figura 55.

Os processos de fermentação da cama estão relacionados, à temperatura, aeração, umidade, relação carbono/nitrogênio (C/N) e nutrientes, onde estes são os fatores que mais interferem nesse processo (COSTA et al., 2005). O que caracteriza que a cama com maior umidade pode ter apresentado a maior a temperatura interna devido a esse processo fermentativo como mostrado na Figura 60. A literatura indica uma grande variação na temperatura durante a fermentação da cama de frango utilizando os conceitos da compostagem Pereira-Neto (1996) observou uma diferença de 40°C entre a maior e a menor temperatura encontrada no pico deste processo.

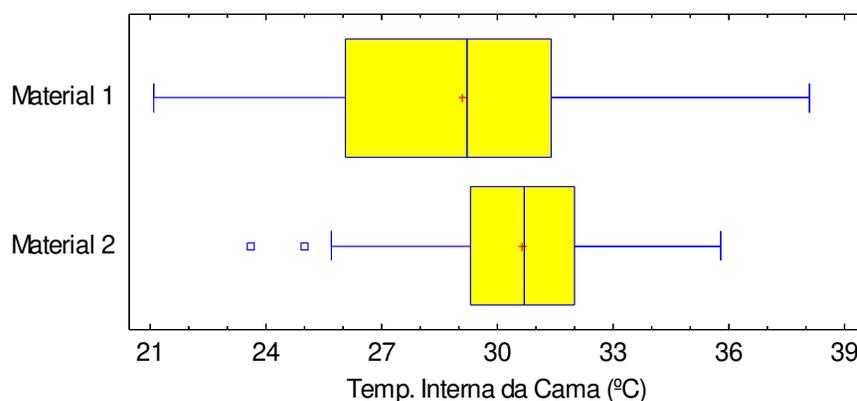


Figura 59 Teste de médias da temperatura interna da cama (TIC) entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.

Os materiais também foram avaliados quanto à emissão da amônia. Para isto, foi proposta uma metodologia de medidas de volatilização de  $\text{NH}_3$  *in situ* alternativa ao uso de câmaras que foram amplamente utilizadas em literatura (BREWER e COSTELLO, 1999; JEPPSSON, 1999; MIRAGLIOTTA, 2001)

Uma vez que as avaliações feitas pelas câmaras são de caráter local, estas são extremamente susceptíveis a qualquer alteração no seu entorno, como exemplo, o acúmulo de dejetos que pode interferir na emissão oriunda da cápsula. Outra desvantagem está nas concentrações do gás ( $\text{NH}_3$ ) na câmara que podem acumular-se a níveis que inibam a taxa normal de emissão (LAPITAN, 1999). As câmaras fechadas alteram as flutuações da pressão atmosférica normalmente encontrada na superfície do solo. Podem ocorrer diferenças na temperatura e umidade entre a câmara e o solo o que influenciará na emissão de amônia pela cama de frango.

De maneira geral, independente da metodologia empregada para avaliações de fluxo, os dados sobre emissão de amônia a partir de diferentes materiais com substrato de cama são controversos entre os autores.

Dessa forma no presente estudo foi também comparada a emissão de  $\text{NH}_3$  considerando-se o tipo de material, 1 (casca de café+arroz) e a condição da cama se nova (M1N) reutilizada (M1R) e o material 2 (maravalha) com cama se nova (M2N) ou reutilizada (M2R). Os resultados podem ser visualizados na Figura 61.

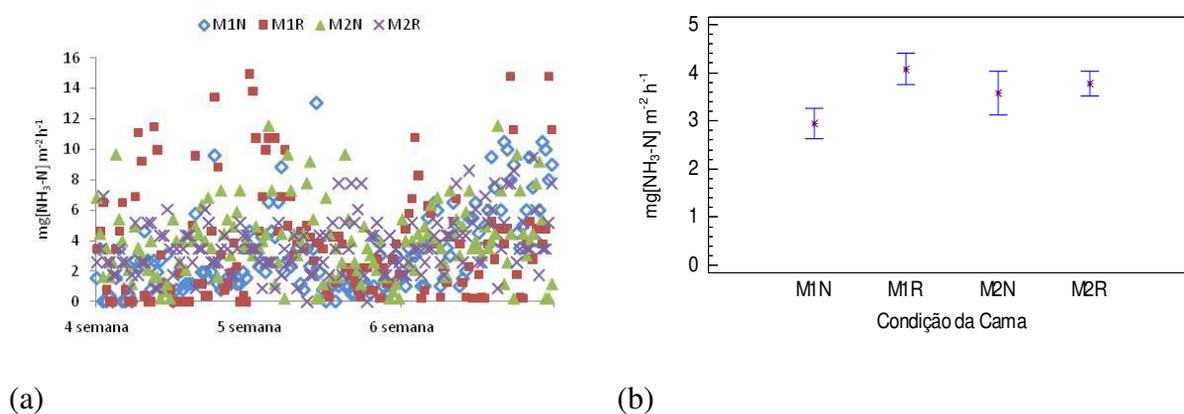


Figura 60 Teste de médias da emissão de  $\text{NH}_3$  pela cama entre os dois substratos, Material 1 e Material 2.

De acordo com a Figura 61 observa-se que somente o material 1 na condição de cama nova foi estatisticamente significativo dos demais. Sobre estudos a respeito de diferentes materiais de cama e emissão de  $\text{NH}_3$ , Elwinger e Svensson (1996) avaliando a quantidade de nitrogênio amoniacal presente na cama encontraram valores de  $1,0\text{g kg}^{-1}$  de matéria seca para maravalha. Apesar dos valores de nitrogênio obtidos, os autores não encontraram diferenças nas emissões relacionada ao tipo de material de cama analisado no seu estudo. Já Lien et al (1998) comparando dois materiais de cama, encontraram que a emissão de  $\text{NH}_3$  foi menor na cama de maravalha. Segundo Duqueza (1996) a baixa emissão de  $\text{NH}_3$  em cama de maravalha pode estar relacionada ao alto conteúdo de lignina presente na madeira que reduz o crescimento de microrganismos no substrato interferindo na formação de amônia.

Também Nicholson et al. (2004) encontraram menor emissão de amônia em cama de maravalha apresentando  $1,0\text{g NH}_3 \text{ h}^{-1} 500\text{kg}^{-1}$  de peso vivo. Attapatu et al. (2008) em seu estudo comparando três tipos de cama, encontrou as taxas de emissão que variaram de  $3,4\text{g NH}_3 \text{ h}^{-1} 500\text{kg}^{-1}$ ,  $12,7$  a  $14\text{g NH}_3 \text{ h}^{-1} 500\text{kg}^{-1}$  onde os dados de casca de arroz foram significativamente maiores.

Também Guiziou e Béline (2004) encontraram emissões de  $4,02$  a  $26,14 \text{ g N h}^{-1}$ , continuando a aumentar com o crescimento das aves até  $75 \text{ g N h}^{-1}$  do trigésimo primeiro dia até o final do seu estudo, indicando que o aumento da emissão de amônia ocorreu devido ao acúmulo de excreta e o crescimento microbiológico na cama.

Diferente do apresentado em literatura, este trabalho verificou que o material 1 (casca de café+arroz) na condição de cama nova apresentou menor valor médio de emissão de  $\text{NH}_3$ . E o material 1 na condição de cama reutilizada não apresentou diferença estatística quando comparado ao material 2 em ambas as condições, nova e reutilizada. Portanto os galpões com cama de maravalha foram os que apresentaram maiores emissões em ambas as condições.

Os resultados comparativos são mostrados através do teste LSD (Fisher's Least Significant Difference), método utilizado para caracterização entre as médias, onde há ainda assim a chance de 5% de erro na classificação do comparativo das médias dos substratos de cama apresentados na Tabela 17. Nesse teste, a presença do asterisco demonstrou a diferença estatística entre as combinações de materiais comparados em um intervalo de confiança de 95%. Sendo assim observado que somente o material 1 na condição de cama nova foi estatisticamente significativos dos demais.

Tabela 17 Resultado do Teste LSD para emissão de NH<sub>3</sub>

<b>Contraste</b>	<b>Diferenças</b>	<b>+/-Límites</b>
M1N - M1R	*-1,13111	0,643482
M1N - M2N	-0,63879	0,788101
M1N - M2R	*-0,830336	0,587416
M1R - M2N	0,492317	0,788101
M1R - M2R	0,300775	0,587416
M2N - M2R	-0,19154	0,743029

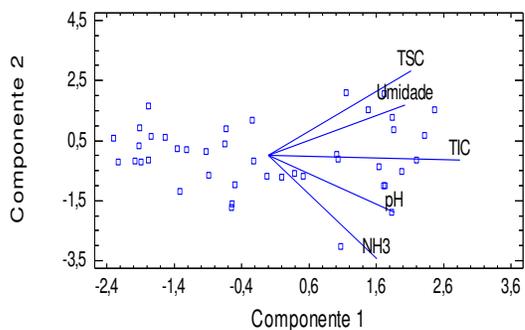
Legenda: M1N – material 1 com cama nova, M1R –material 1 com cama reutilizada,  
M2N -material 2 com cama nova, M2R –material 2 com cama reutilizada  
\*denota diferença significativa

Os resultados de emissão neste estudo encontrados estiveram abaixo dos apresentados por Brewer e Costello (1999) que encontraram valores da ordem de 74mg NH<sub>3</sub>-N m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Os autores mensuraram a emissão através de câmara de monitoramento de volatilização *in situ* do fluxo de NH<sub>3</sub> pela cama, onde os valores médios para os galpões foram então simulados. Dessa forma, os valores encontrados pelos autores podem ter sido superestimados em consequência do diferente ambiente gerado no interior da câmara o que poderia ter influenciado nos valores de emissão.

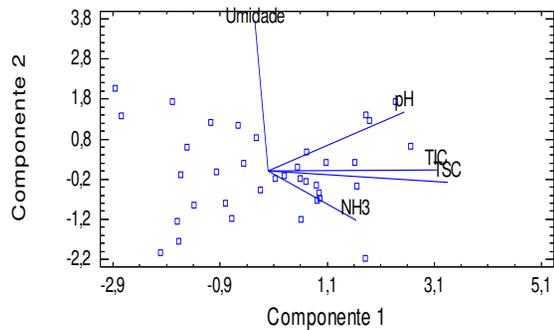
Segundo Beline, (2001) a baixa umidade da cama reduz a volatilização de NH<sub>3</sub> assim como o seu excesso, sendo ambos os processos ocorrendo da seguinte forma, pouca umidade reduz a atividade microbiana responsável pela quebra do ácido úrico enquanto o excesso de água reduz os espaços de aeração da cama reduzindo o oxigênio com isso também diminuindo a atividade microbiana.

De acordo com Coufal et al. (2006) uma vez que o pH da cama normalmente excede 8, os autores concluíram que a umidade da cama e a temperatura foram os dois fatores mais importantes que afetaram a emissão de amônia em instalações para frangos.

Dessa forma, como última avaliação da condição de cama foi realizada uma análise multivariada de componentes principais, com o intuito de observar a relação de todos os parâmetros responsáveis pela caracterização da qualidade da cama de frango em relação a concentração e emissão de NH<sub>3</sub> de acordo com o material e a condição da cama. Os resultados são apresentados nas figuras 62 e 63.

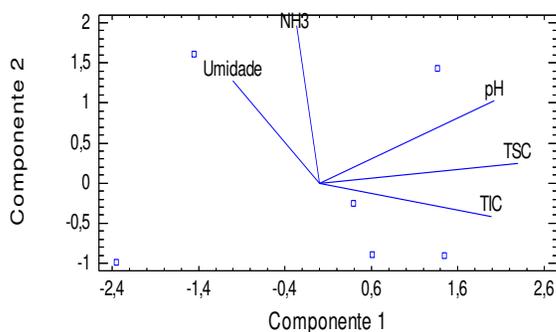


(a)

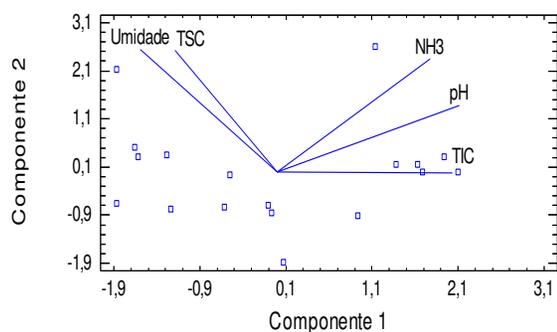


(b)

Figura 61 Comportamento dos parâmetros de qualidade da cama (Material 1) na condição nova (a) e reutilizada (b)



(a)



(b)

Figura 62 Comportamento dos parâmetros de qualidade da cama (Material 2) na condição nova (a) e reutilizada (b).

É observado que as maiores correlações foram encontradas entre a concentração de amônia e o pH seguido da temperatura interna da cama. Essas duas variáveis, temperatura interna e pH apresentaram-se sempre correlacionadas de forma positiva. Diferente do sugerido por Coufal et al. (2006), não se obteve nenhuma correlação da umidade com a emissão de  $\text{NH}_3$ . Segundo Ni (1999), o pH é justamente um dos parâmetros mais importante relacionados a volatilização da  $\text{NH}_3$ , pois este influencia na concentração da amônia na fase aquosa aumentando em 10 vezes sua concentração para cada aumento de unidade no valor do pH. Já a temperatura da cama, esta pode influenciar na constante da lei de Henry que é responsável pela transferência de massa nas interfaces das fases líquidas e gasosa, com partição dos

compostos voláteis,  $\text{NH}_3$ , durante essa interfase. Por isso, o fluxo de amônia pode ser grandemente afetado pelas alterações na temperatura (LIU et al., 2006). E segundo Ni (1999) o coeficiente de transferência de massa é positivamente correlacionado com a velocidade e com a temperatura, sendo geralmente expresso em função da velocidade do ar sobre a superfície dos dejetos, cama, da temperatura do ar, ou da temperatura da cama.

Dessa forma, é entendido o importante papel destas duas variáveis para volatização da amônia oriunda da cama, mostrando a correlação positiva tanto das duas entre si quanto das variáveis com a  $\text{NH}_3$ .

### **Resultados das análises bacteriológicas de cama de frango**

As análises bacteriológicas para *Salmonella ssp.* apresentaram resultado negativo quanto a sua presença, como pode ser observado na Figura 64. O resultado está de acordo com o encontrado por Rosa et al. (2008), onde os autores avaliaram a ocorrência de *Salmonella ssp.* em 130 amostras de camas de aviário utilizando *swabs* de arrasto onde foi observada ausência de *Salmonella ssp.* nas camas de frangos. A ausência de *Salmonella ssp.*, mesmo em cama reutilizada, pode também estar relacionada com tratamento da cama, pois os manejos para reutilização da cama tem a função de redução do pH da cama o que pode afetar consideravelmente a sobrevivência e reprodução de muitos tipos de microrganismo, incluindo patógenos. Pope e Cherry (2000) encontraram através da adição de bisulfato de sódio uma redução significativa nos níveis de *E. coli* na cama reutilizada, duas semanas após a sua aplicação. A aplicação de sulfato de alumínio também mostrou significativa redução do pH em camas de até 6 criadas, causando uma rápida redução nas populações de *Salmonella ssp.* e *Campylobacter ssp.* presentes na cama (LINE, 1998).

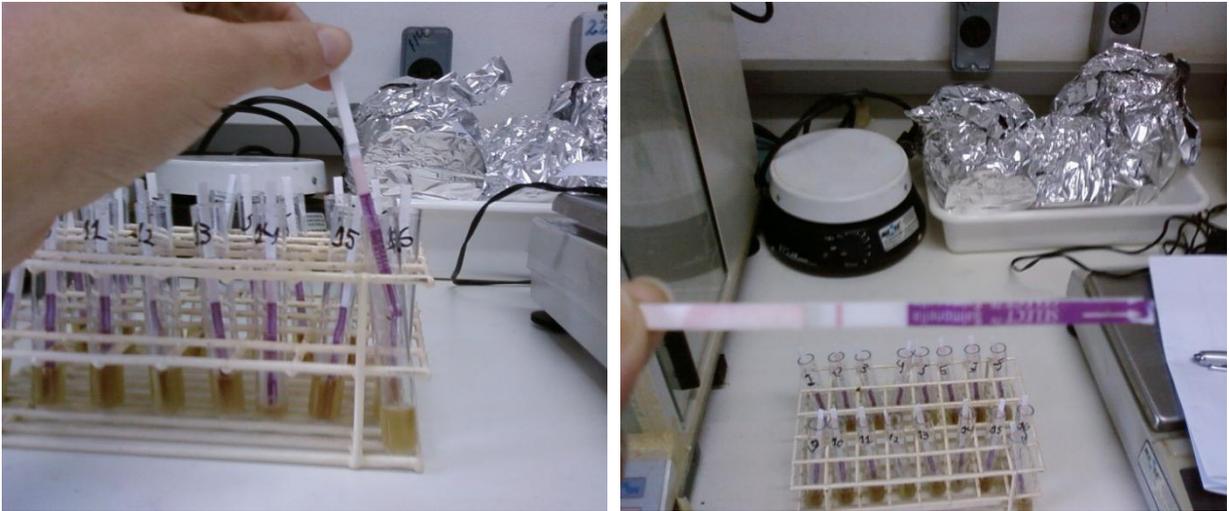


Figura 63 Leitura da presença de *salmonella* em amostras de cama de galpões de frango através das tiras de detecção pelo kit.

### 5.5 Emissão de CO<sub>2</sub>

A emissão diária encontrada por ave é apresentada na Figura 65, onde pode ser visto que os galpões de pressão negativa apresentaram os maiores valores. Assim como a emissão de amônia, a emissão de CO<sub>2</sub> foi crescente ao longo das semanas, uma vez que a produção de CO<sub>2</sub> pelos frangos tem sido descrita como proporcional a sua produção de calor metabólico, e consequentemente ao peso dos animais. Gao et al. (2010) cita que apesar do CO<sub>2</sub> ser um dos subprodutos do metabolismo celular, ainda assim os níveis basais de CO<sub>2</sub> no ambiente são relativamente baixos, 0,038%, enquanto, os níveis atmosféricos podem variar muito de acordo com a atividade metabólica dos indivíduos.

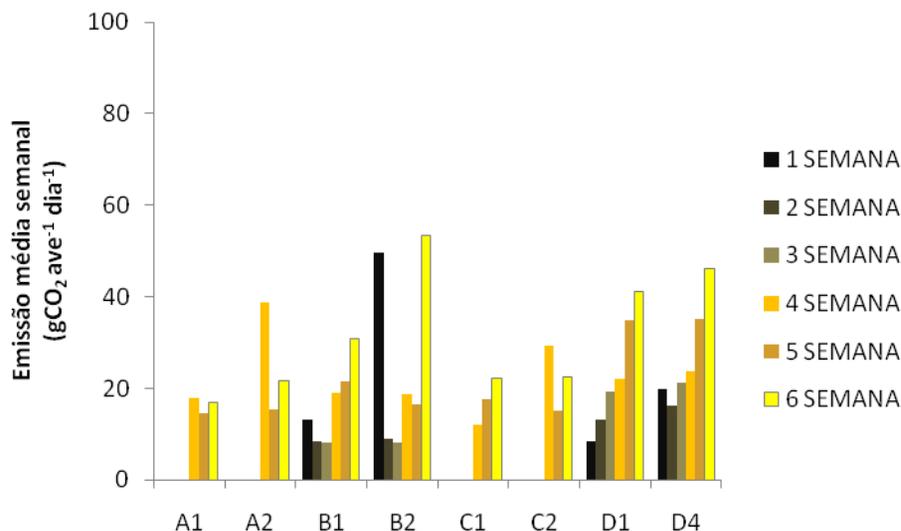


Figura 64 Gráfico comparativo das emissões de CO<sub>2</sub> diárias dadas em gramas por ave em cada um dos galpões

Os maiores valores de emissão foram associados ao dimensionamento dos galpões, uma vez que os galpões de pressão negativa B1, B2, D1 e D4 apresentavam maior área. O que significa que o volume de cama de frango nesses galpões era maior, sendo assim de conhecimento que a produção de CO<sub>2</sub> é também oriunda da fermentação da cama, esse fator juntamente com a maior densidade justifica os maiores valores encontrados nesses galpões.

De acordo com Ni et al., (2000), uma das grandes dificuldades em caracterizar a produção de dióxido de carbono é distinguir sua liberação a partir da respiração dos animais e o CO<sub>2</sub> liberado pela decomposição da biomassa presente nos galpões para produção animal.

Alguns resultados feitos em diferentes ambientes, foram apresentados por Kettlewell et al. (2000) em seu trabalho utilizando um calorímetro para medir a produção de CO<sub>2</sub> por aves adultas submetidas a manejo de transporte, encontraram como produção de CO<sub>2</sub> valores variando de 0,35 a 0,49 mL s<sup>-1</sup> por ave. Como pôde ser observado no gráfico da Figura 65 os valores encontrados neste estudo foram abaixo dos encontrados pelos referidos autores. Uma vez convertida as unidades, os valores médios aqui encontrados variaram de 0,095 mL s<sup>-1</sup> para o galpão A1 de menor valor médio a 0,31 mL s<sup>-1</sup> para o galpão D2, com maior valor médio. Já os resultados de Hinz e Linke (1998a) em galpões de frango naturalmente ventilados encontraram emissão de 0,6 kgCO<sub>2</sub> 500kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. Mais uma vez comparando os mesmos valores

nestas unidades, nesse estudo obteve-se valores também abaixo dos referidos por esses autores, sendo de  $0,085 \text{ kgCO}_2 \text{ 500kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  para o galpão A1 e  $0,28 \text{ kgCO}_2 \text{ 500kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  para o galpão D2.

De acordo com Jurkschar et al. (1986), uma vez que a produção de  $\text{CO}_2$  é influenciada pelas condições de temperatura, pela taxa de ventilação, pela idade das aves e, sobretudo pela condição a que são submetidas as aves, estas variações são possivelmente encontradas de acordo com o ambiente.

Devido a escassa literatura para emissão de  $\text{CO}_2$  em galpões de frangos de corte, a produção de  $\text{CO}_2$  por algumas outras espécies são aqui citadas, como em Sneath et al. (1997) que mediram a produção de  $\text{CO}_2$  de 300 suínos de 25 kg durante 17 dias e a produção média foi de  $18 \text{ kgCO}_2 \text{ animal}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Já os dados apresentados por Hinz e Linke, (1998b) para galpões de suínos foram da ordem de  $45 \text{ kgCO}_2 \text{ galpão}^{-1} \text{ hora}^{-1}$  para 432 animais com um peso vivo de 82 kg.

Em estudos de emissão de gases de efeito estufa,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  na produção de bovinos de corte, estas emissões tem sido mensuradas a partir de unidades que envolvam a produtividade animal, onde unidades como  $\text{kgCO}_2/\text{kg}$  de carne ou leite produzidos tem sido empregados. Essas estimativas são muito comuns na produção de bovinos, onde modelagens na produção de bovinos de corte estimaram a produção de 17 a 37  $\text{kg CO}_2/\text{carcaça}$  (OGINO et al., 2007; VERGÉ et al., 2008).

A seguir é apresentada a emissão em  $\text{gCO}_2 \text{ ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos gráficos comparativos dos galpões entre seus sistemas. Sendo também apresentada uma análise descritiva dos mesmos.

Os galpões de pressão positiva A1 e A2 só apresentaram valores significativos de emissão a partir da 4ª semana, devido ao manejo de aquecimento durante as três primeiras semanas onde não são acionados os sistemas de ventilação. O resultado é mostrado na figura 66.

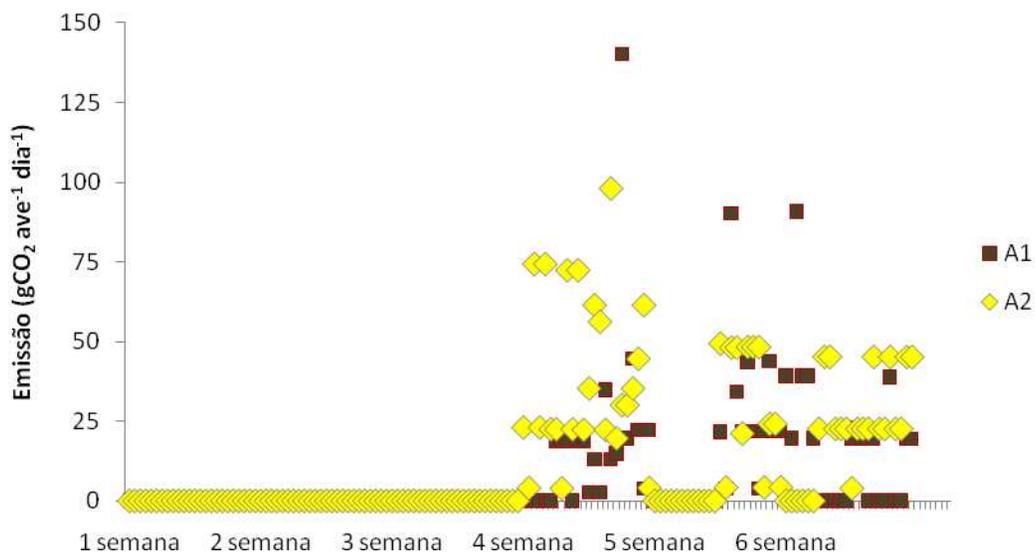


Figura 65 Emissão de CO<sub>2</sub> em gCO<sub>2</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva A1 e A2.

É observado que as últimas semanas do lote apresentaram maiores emissões, onde somente durante a 4<sup>a</sup> semana houve diferença estatisticamente significativa, p-valor < 0,05. Esses valores podem ser observados na Tabela 18.

Tabela 18 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de NH<sub>3</sub> semanal em gCO<sub>2</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

	A1	A2
1 semana	0	0
2 semana	0	0
3 semana	0	0
4 semana	17,85 <sup>a</sup>	38,90 <sup>b</sup>
5 semana	14,59 <sup>a</sup>	15,49 <sup>a</sup>
6 semana	16,90 <sup>a</sup>	21,77 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

A diferença apresentada pela maior média durante a 4<sup>a</sup> semana no galpão A2 é explicada pela diferença estatística entre as duas variáveis, concentração e taxa de ventilação

que foram significativamente maiores no galpão A2 que no galpão A1, sendo 297ppm e 1545ppm e  $48.500 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e  $77.588 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ .

Na Figura 67 é apresentada a emissão semanal de  $\text{CO}_2$  nos galpões de pressão negativa B1e B2, onde se observa a maior emissão em B2 nas primeiras semanas. Este fato pode estar relacionado às máximas concentrações de  $\text{CO}_2$  neste galpão que ocorreram no início do alojamento, devido às baixas taxas de ventilação necessárias para manter as condições do ambiente durante o inverno.

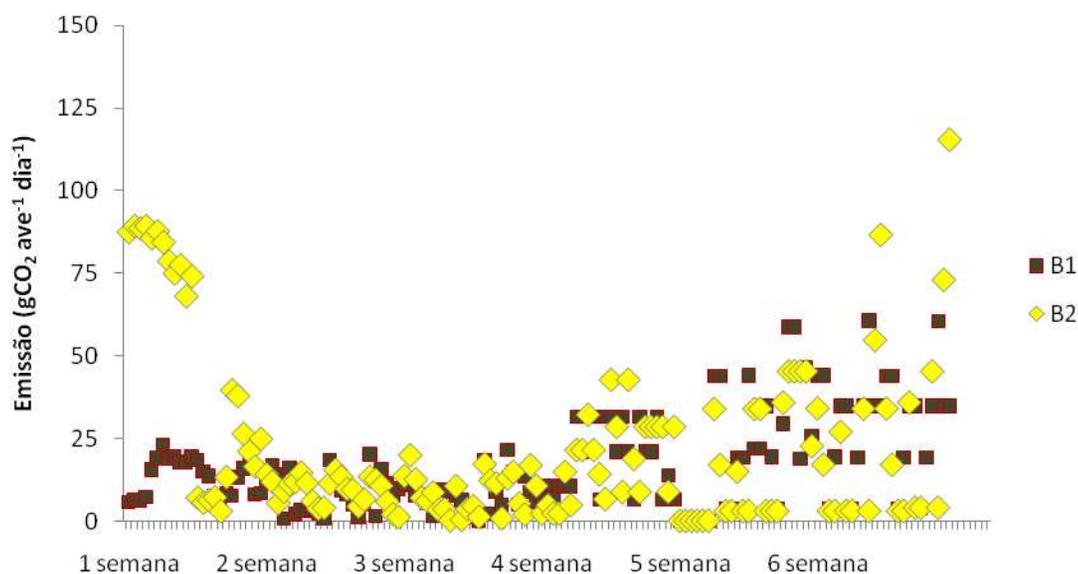


Figura 66 Emissão de  $\text{CO}_2$  em  $\text{gCO}_2 \text{ ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos galpões de pressão negativa B1 e B2.

Este manejo de pouca ventilação fez com que a concentração média em B2 apresentasse-se maior 1915 ppm que em B1 com 571 ppm, uma vez que não houve diferença significativa entre as taxas de ventilação, considera-se que a diferença na taxa de emissão desses dois galpões esteve em função da diferença de concentração de  $\text{CO}_2$ . Na Tabela 19 é possível perceber que as duas semanas que apresentaram diferenças estatísticas, foram a 1ª e 6ª semana de alojamento

Tabela 19 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de CO<sub>2</sub> semanal em gCO<sub>2</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

	B1	B2
1 semana	13,24 <sup>a</sup>	49,66 <sup>b</sup>
2 semana	8,47 <sup>a</sup>	9,06 <sup>a</sup>
3 semana	8,11 <sup>a</sup>	8,25 <sup>a</sup>
4 semana	18,90 <sup>a</sup>	18,69 <sup>a</sup>
5 semana	21,60 <sup>a</sup>	16,39 <sup>a</sup>
6 semana	30,75 <sup>a</sup>	53,38 <sup>b</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

Os galpões de pressão positiva C1 e C2 semelhantemente ao ocorrido em A1 e A2, só apresentaram diferença significativa na sua 4<sup>a</sup> semana de alojamento, como pode ser observado na figura 68.

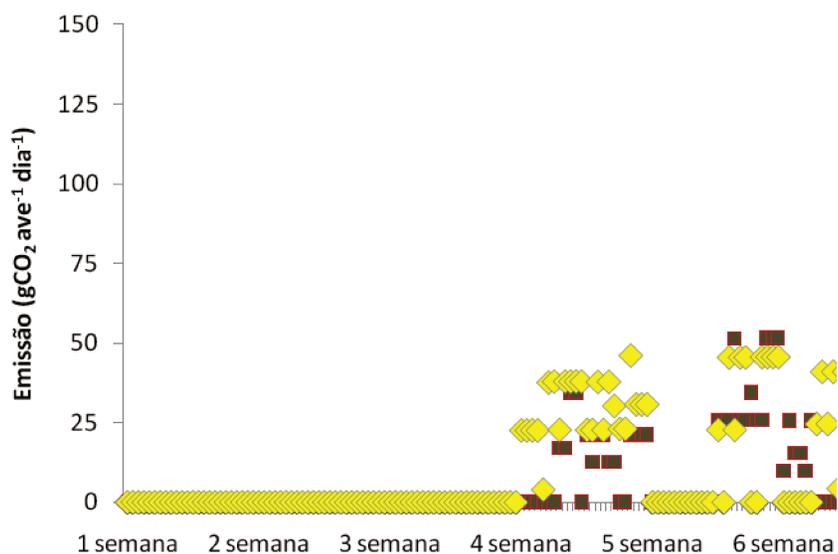


Figura 67 Emissão de CO<sub>2</sub> em gCO<sub>2</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa C1 e C2.

As condições nestes galpões foram diferentes das descritas anteriormente para A1 e A2, onde a diferença nas suas emissões médias para a 4<sup>a</sup> semana esteve por conta das diferenças estatisticamente significativas entre ambas variáveis, suas concentrações de CO<sub>2</sub> e

taxas de ventilação. Já em C1 e C2, os valores de concentração foram 466 ppm e 265 ppm de CO<sub>2</sub>, respectivamente. No entanto, os dados de emissão apresentaram maior média para o galpão C2, o que não pode ser justificado pela sua menor concentração, sendo assim, atribuído a sua diferença na taxa de ventilação média, (p-valor < 0,05), com valores médios de 75.033 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> para C1 e 135.702 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> para C2, A tabela 20 apresenta os valores médios comparativos por semana.

Tabela 20 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de CO<sub>2</sub> semanal em gCO<sub>2</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>

	C1	C2
1 semana	0	0
2 semana	0	0
3 semana	0	0
4 semana	12,00 <sup>a</sup>	29,35 <sup>b</sup>
5 semana	17,54 <sup>a</sup>	15,22 <sup>a</sup>
6 semana	22,22 <sup>a</sup>	22,64 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

Nos galpões D1 e D2 semelhante ao ocorrido aos galpões B1 e B2, apresentaram diferença significativa entre os seus valores de emissão semanal de CO<sub>2</sub> apenas durante a 1<sup>a</sup> semana de alojamento, (p-valor <0,05), como pode ser observado na Figura 69.

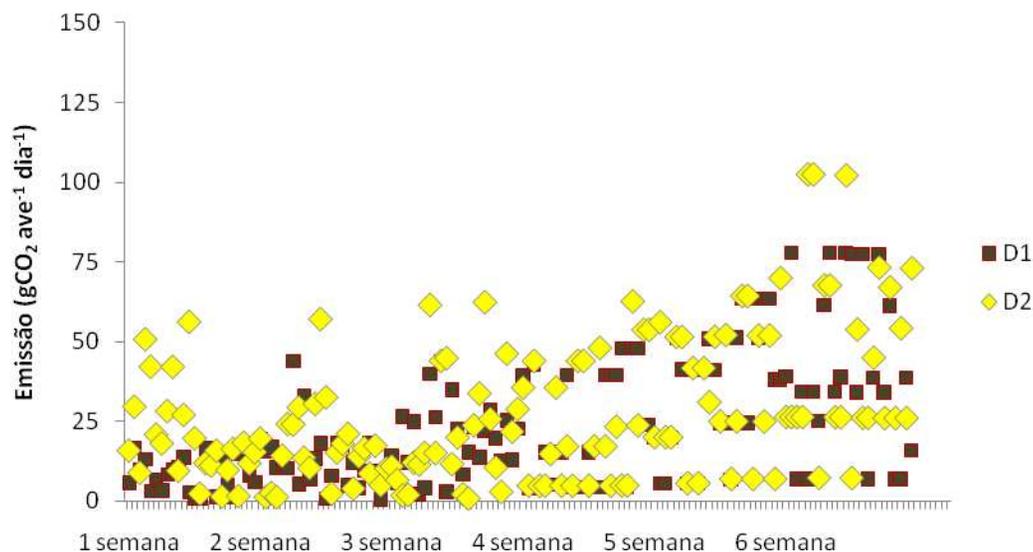


Figura 68 Emissão de CO<sub>2</sub> em gCO<sub>2</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa D1 e D2.

E mais uma vez a alta concentração durante esta semana esteve em decorrência da alta concentração de CO<sub>2</sub> encontrada em D2, 717,2 ppm contra 278,3 ppm em D1, o que se apresentou estatisticamente significativa e é mostrado na Tabela 21.

Tabela 21 Comparativo de médias através do teste-t para emissão de NH<sub>3</sub> semanal em gCO<sub>2</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>

	D1	D2
1 semana	8,35 <sup>a</sup>	19,98 <sup>b</sup>
2 semana	13,06 <sup>a</sup>	16,15 <sup>a</sup>
3 semana	19,25 <sup>a</sup>	21,28 <sup>a</sup>
4 semana	22,08 <sup>a</sup>	23,89 <sup>a</sup>
5 semana	34,97 <sup>a</sup>	35,09 <sup>a</sup>
6 semana	41,19 <sup>a</sup>	46,12 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

As análises de emissão de CO<sub>2</sub> também foram feitas de forma comparativas em relação aos horários e possíveis picos de emissões por conta destes, pois segundo Blanes e Pederson (2005), a produção de CO<sub>2</sub>, assim como a umidade e calor produzidos pelos animais depende de vários fatores, entre eles da massa corporal do animal e da energia da ração

fornecida, onde estas variações também têm sido associadas com a atividade animal que por si, pode variar diurnamente.

Dessa forma os dados de emissão foram avaliados de acordo com quatro horários, às 9h00min, 11h00min, 14h00min e 16h00min no intuito de observar se houve variações de acordo com o horário do dia. Estes resultados são apresentados nos gráficos da Figura 70.

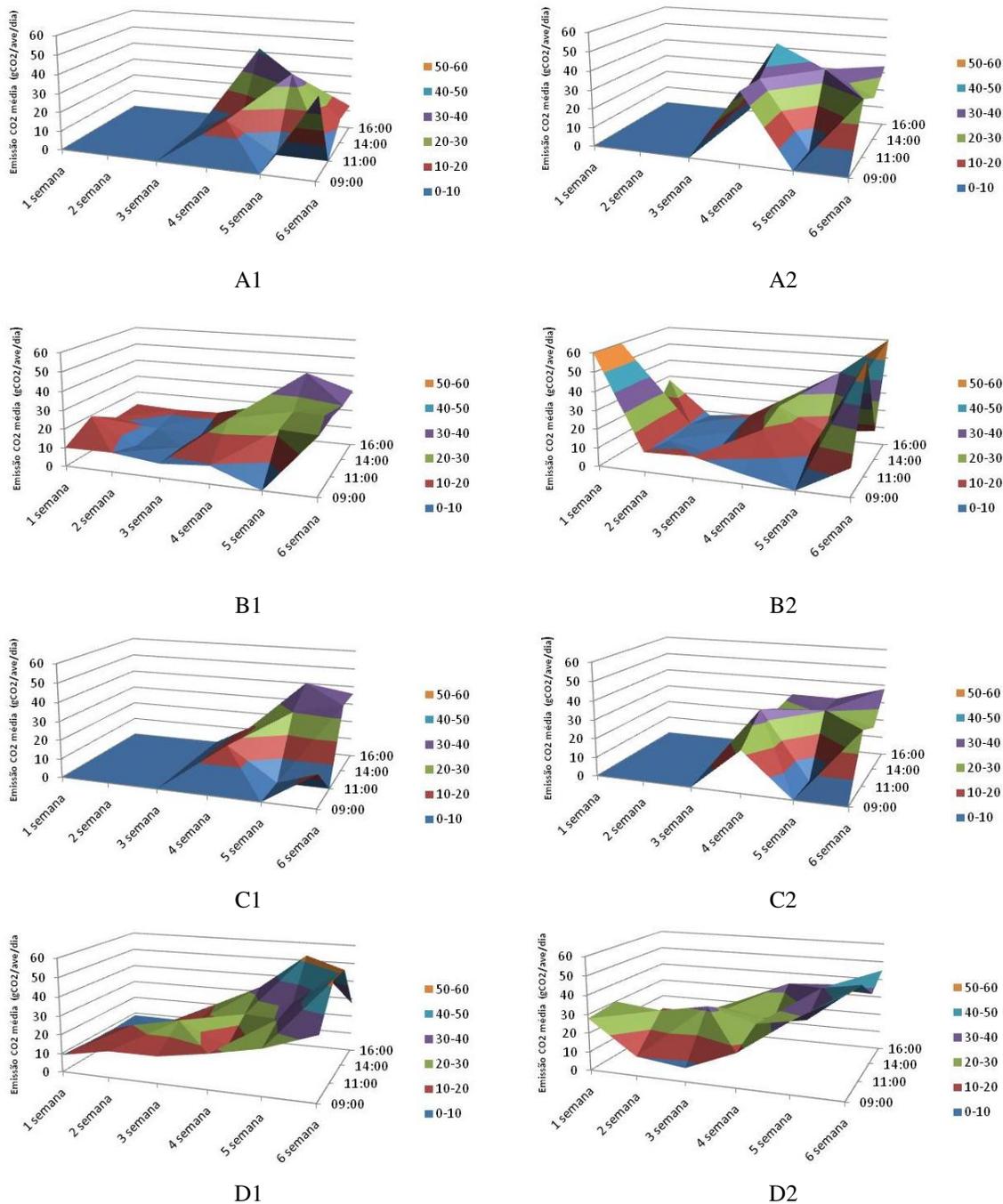


Figura 69 Gráficos das emissões médias semanais horárias em todos os galpões.

Quanto aos horários de maior emissão pode ser observado nos gráfico da Figura 70, que os dois horários críticos foram às 9h00min e 16h00min. Em relação ao primeiro horário, a explicação para esse fato está nos manejos utilizados em horários anteriores a este, que por apresentarem temperaturas mais amenas, não têm todos os grupos de exaustores operantes, sendo que essa pouca ventilação atrelada a cortinas fechadas, causa o aumento da concentração de gás e conseqüentemente a emissão deste.

Quanto ao horário das 16h00min, este resultado está relacionado com a ocorrência das máximas temperaturas diárias onde os equipamentos de ventilação passam a ser todos operantes o que leva ao aumento da taxa de ventilação e conseqüente taxa de emissão.

Outra relação entre produção de CO<sub>2</sub> e sua emissão tem sido discutida sobre a caracterização e quantificação da sua emissão a partir da cama de frango, onde o CO<sub>2</sub> é também um produto da reação química aeróbica do ácido úrico, Mahimairaja et al. (1995) encontraram que a emissão a partir da relação CO<sub>2</sub> e NH<sub>3</sub> foi menor do que a da reação química do ácido úrico com isso houve o aumento do CO<sub>2</sub> resultante da decomposição de compostos orgânicos. Segundo Pope (1991) a velocidade de fermentação da cama depende do conteúdo de umidade, do nível de oxigênio, da acidez do meio, da temperatura e dos tipos de microrganismos presentes.

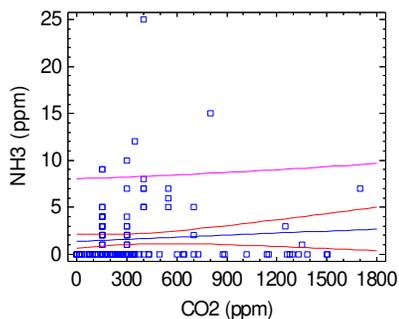
Cayuela et al. (2010) em seu trabalho sobre o uso de subprodutos como fertilizantes no solo e a emissão de óxido nitroso e gás carbônico, encontraram que a cama de frango dentre os outros materiais testados foi a que apresentou maior capacidade de acumular carbono independente do tipo de solo. Enquanto os demais subprodutos tiveram uma relação carbono orgânico/nitrogênio por volta de 3-4, a cama de frango apresentou 7-5. Dessa forma foi observada a alta relação entre emissões de CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>O.

Sendo que as relações entre CO<sub>2</sub> e nitrogênio apresentam-se de forma estreita buscou-se aqui comparar esta relação com a concentração de NH<sub>3</sub> através de análise de regressão simples, modelo linear,  $Y = a + bX$  e nível de significância de 99%, onde NH<sub>3</sub> foi a variável dependente no modelo.

Todas as relações NH<sub>3</sub> e CO<sub>2</sub> foram significativas, p-valor <0,01, com exceção do galpão A1. Apesar de significantes nos demais galpões, somente as relações encontradas nos

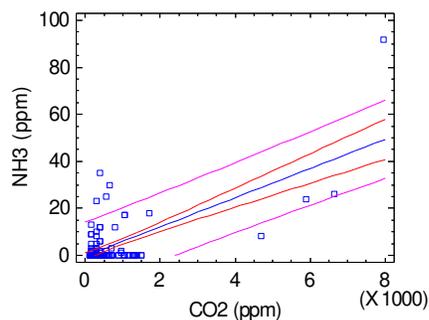
galpões de pressão negativa, que apresentam fator de correlação,  $r > 0,5$ , demonstraram uma forte relação entre estas duas variáveis.

Os resultados são apresentados nos gráficos juntamente com as equações de ajuste do modelo na Figura 71.



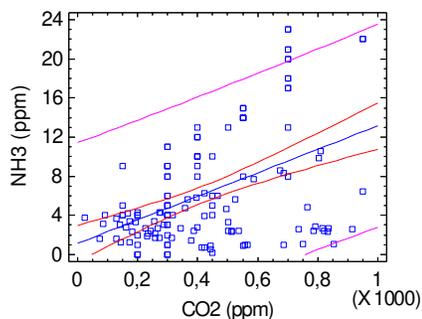
A1

$$\text{NH}_3 = 1,38963 + 0,000719868 * \text{CO}_2 \quad r = 0,07$$



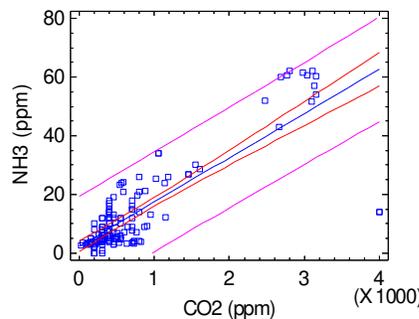
A2

$$\text{NH}_3 = -0,365767 + 0,0062177 * \text{CO}_2 \quad r = 0,66$$



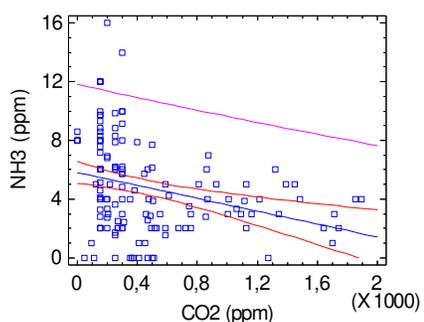
B1

$$\text{NH}_3 = 1,13425 + 0,012021 * \text{CO}_2 \quad r = 0,45$$



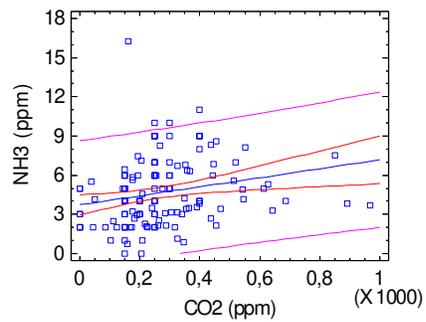
B2

$$\text{NH}_3 = 2,38814 + 0,0150619 * \text{CO}_2 \quad r = 0,82$$



C1

$$\text{NH}_3 = 5,81365 - 0,00219595 * \text{CO}_2 \quad r = -0,31$$



C2

$$\text{NH}_3 = 3,72691 + 0,00345403 * \text{CO}_2 \quad r = 0,22$$

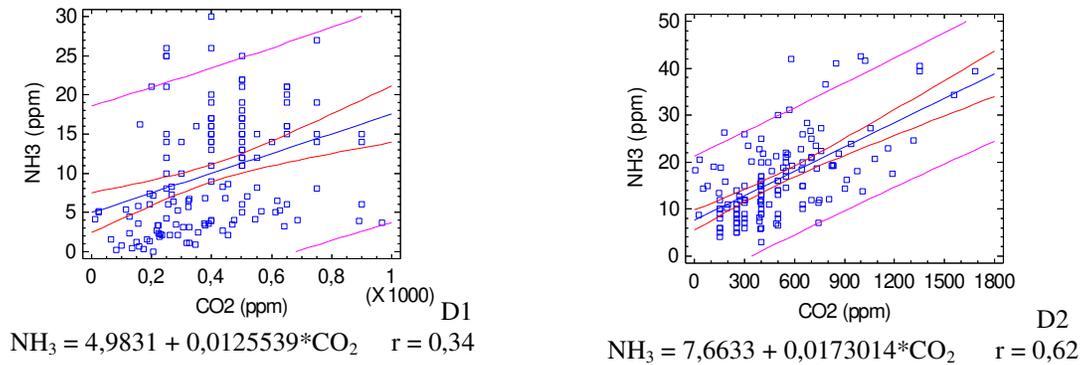


Figura 70 Análise de Regressão em modelo linear da correlação entre  $\text{NH}_3$  (ppm) e  $\text{CO}_2$  (ppm).

Em todos os modelos foi possível observar que os galpões com cama reutilizada apresentaram maiores correlações entre  $\text{CO}_2$  e  $\text{NH}_3$  em comparação com os galpões com cama nova entre os sistemas de ventilação.

A não relação entre as duas variáveis encontradas no galpão A1, assim como a correlação negativa encontrada no C1, podem ser explicada devido ao manejo durante as 1ª semanas, onde o aquecimento na área de pinteiro era feita com aquecedores do tipo fornalha à lenha. A falta de manutenção destes pode levar a emissão de  $\text{CO}_2$ , uma vez que o  $\text{CO}_2$  é produto da combustão. Com isso a concentração de  $\text{CO}_2$  foi alta durante a 1ª semana, mas a concentração de  $\text{NH}_3$  foi abaixo de 1ppm.

Como no galpão A1, nas seguintes semanas, a produção de ambos esteve constante, as duas variáveis não apresentaram correlação. Enquanto que no galpão C1 a relação foi inversa, alta concentração de  $\text{CO}_2$  nas primeiras semanas e com baixa concentração de  $\text{NH}_3$  e no restante das semanas, o  $\text{CO}_2$  se fez constante e  $\text{NH}_3$  apresentou-se de formar crescente, o que fez com que a relação entre elas apresentasse-se de forma negativa. Dessa forma, os ajustes de modelos para estes dois galpões não foram adequados à correlação de  $\text{CO}_2$  e  $\text{NH}_3$

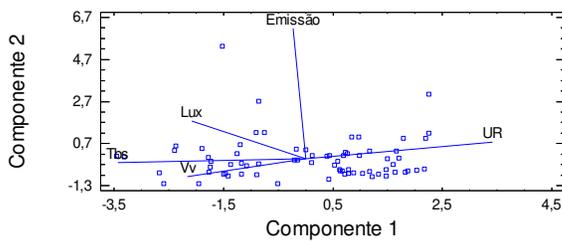
Também foi realizada uma análise multivariada de componentes principais dentro dos galpões com diferentes sistemas de ventilação, onde as variáveis climáticas, temperatura de bulbo seco (Tbs), umidade relativa (UR), velocidade do ar (Vv) e iluminância (lux) foram comparadas com os dados de emissão.

O intuito de pesquisar a relação luz e emissão de  $\text{CO}_2$  está relacionado ao papel que a luz desempenha sobre o comportamento das aves, onde pesquisas relacionadas à luz versus

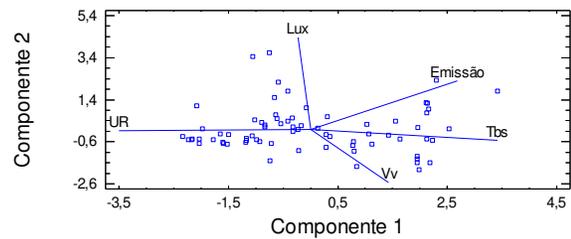
comportamento, como os testes de preferência, tem estudado a composição de diferentes intensidades luminosas e fontes luminosas com análises comportamentais (KRISTENSEN et al., 2007).

O comportamento estereotipado em animais de diversas espécies pode ser mediado pela capacidade de percepção de níveis de CO<sub>2</sub> no ambiente pelos animais, indicando a estes, uma condição de estresse, seja este fisiológico, fome, psicológico, medo ou térmico (GAO et al. 2010).

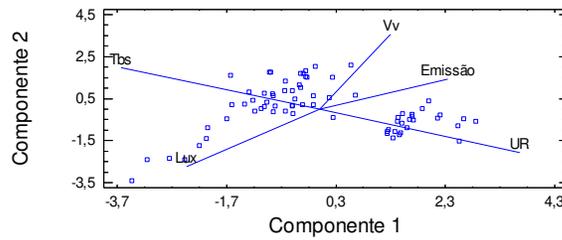
Resumidamente, a relação das variáveis climáticas no interior de ambientes de confinamento pode modificar a expressão do comportamento animal que influi no ritmo das atividades físicas do animal que por sua vez, leva a mudanças no volume expiratório de CO<sub>2</sub> contribuindo assim, com as taxas de emissão. Os resultados da análise multivariada são apresentados na Figura 72.



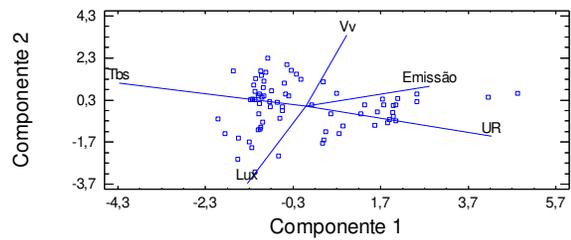
(A1)



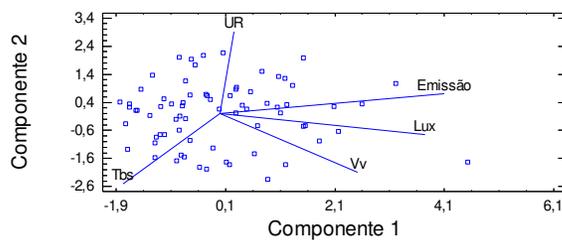
(A2)



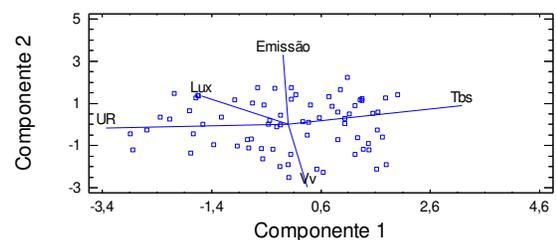
(B1)



(B2)



(C1)



(C2)

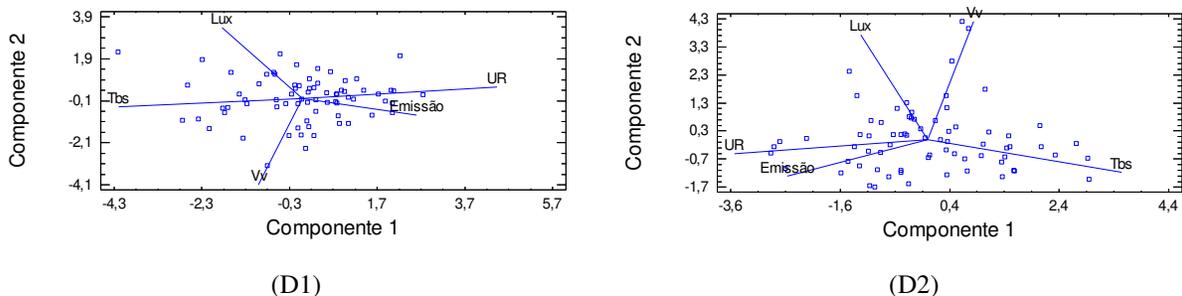


Figura 71 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de CO<sub>2</sub> em todos os galpões.

O comportamento da relação das variáveis apresentou-se de forma diferenciada em todos os galpões, onde somente a relação temperatura versus umidade apresentou-se dentro do esperado para todos os sistemas, forma inversamente proporcional entre elas.

Dentre os sistemas, os galpões de pressão negativa B1, B2, D1 e D2, foram os únicos onde a emissão esteve correlacionada com a umidade relativa do ar. A única associação entre emissão e luz foi encontrada no galpão C1, nos demais galpões não houve correlação destas variações.

A falta de correlação da luz com a emissão nos galpões de pressão negativa era possível devido ao fato que em galpões climatizados a fonte luminosa, além de ser controlada, é fornecida de forma artificial, onde os referidos galpões possuem programas de luz específicos com valores de luminosidade variando de 15 a 5 lux para os galpões B e D, respectivamente.

Em aviários com sistema de ventilação positiva, o controle da intensidade de luz não é possível, pois há uma variação muito grande na luminosidade por ter suas laterais abertas, o que dessa forma era esperado alguma associação entre luz e emissão de CO<sub>2</sub> devido a alterações no ritmo das atividades das aves expostas a esses ambientes. O que neste presente estudo não se observou a relação de luz e atividade como forma de aumento de taxa de emissão. De forma geral, as relações entre CO<sub>2</sub> e as variáveis climáticas aqui usadas na análise não apresentaram um padrão correlacionado.

Hinz e Linke, (1998a), observaram que medidas de troca de ar em galpões de ventilação natural são complexas e os métodos de pesquisa destes são ainda deficientes. Dessa forma os mesmo autores em trabalho seguinte, encontraram que as medidas diretas de taxa de ventilação realizadas em comparação com o balanço de CO<sub>2</sub> mostraram que em ambas as

metodologias, os resultados encontrados em galpões naturalmente ventilados não foram satisfatórios como quando comparados em galpões mecanicamente ventilados (HINZ e LINKE, 1998b).

Como resumo dos dados de emissão a tabela abaixo foi produzida apresentando os dados obtidos por galpão em diferentes unidades.

Tabela 22 Emissão média de CO<sub>2</sub> pelos galpões em estudo em diferentes unidades

Galpões	kg ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	kg galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	kg galpão <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	g ave <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	mg ave <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
A1	0,008	106,950	26.951,390	0,343	342,788
A2	0,013	165,061	41.595,491	0,529	529,043
B1	0,017	387,383	97.620,549	0,702	701,781
B2	0,026	777,095	195.827,896	1,079	1.079,298
C1	0,009	172,604	43.496,330	0,360	359,593
C2	0,011	224,070	56.465,565	0,467	466,812
D1	0,023	787,153	198.362,666	0,965	964,649
D2	0,027	907,288	228.636,644	1,128	1.128,468

### 5.6 Emissão de gases NH<sub>3</sub>

A princípio a fórmula utilizada para cálculo da emissão, Zhang et al., (2005), foi ajustada para a inserção da densidade do ar junto à equação, uma vez que a concentração do gás medido era feita em ppm e a sua transformação de unidade é necessária no equacionamento da emissão. Sendo assim duas situações foram testadas para a inclusão da densidade do ar no cálculo da emissão, onde foram chamadas de modelo 1 e modelo 2. Para ambos modelos foram utilizados os dados das variáveis climáticas obtidas dos oito galpões avaliados neste estudo.

O modelo 1 foi calculado de acordo com as relações psicrométricas apresentadas por Albright, (1990), fazendo-se a densidade o inverso do volume específico do ar. Este então foi chamado de equação 1.

Já o segundo modelo foi utilizada a Equação 8, considerada para um gás dentro das CNTP:

$$\rho = \left(\frac{M}{22,4}\right) \times \left(\frac{T_0 P}{P_0 T}\right) \quad \text{Equação 8}$$

Onde

$\rho$  = densidade do ar

M = massa molecular do gás

$T_0$  = Temperatura normal – 273 K

$P_0$  = pressão normal – 101,325 kPa

T = temperatura medida – 273 + Temp

P = pressão medida

A partir desses dados foi também feita uma análise de regressão  $R^2 = 90,6$  e utilizada no gráfico de comparação dos modelos, Figura 73.

$$\rho = 0,157876 + 0,0112373x - 0,00462631y - 0,00038145z \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

$\rho$  = densidade

x – pressão barométrica

y – temperatura de bulbo seco

z – umidade relativa do ar

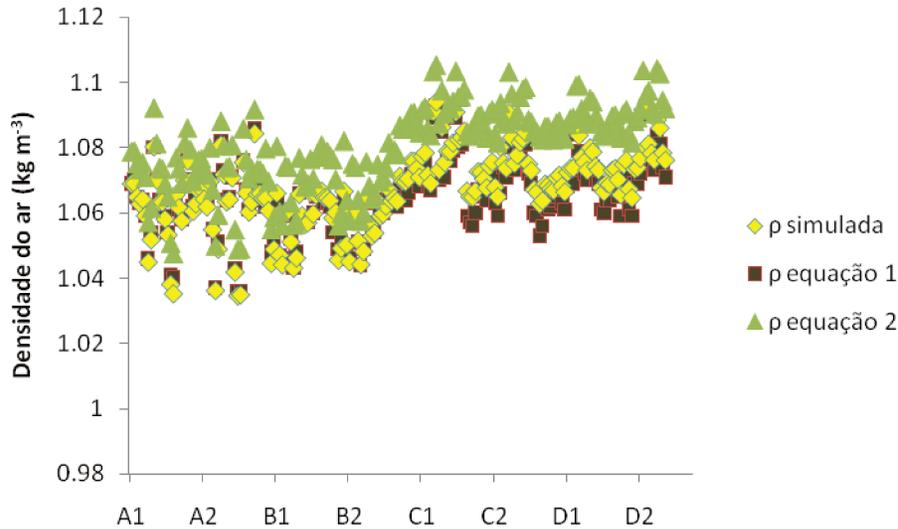


Figura 72 Comparação dos cálculos de densidade do ar  $\text{kg m}^{-1}$

Os dados comparativos dos modelos 1 e 2 apresentaram diferença significativa a um intervalo de 95% de confiança, ( $p\text{-valor} < 0,05$ ), sendo possível observar que a Equação 2 que só considera a  $T_{bs}$  e pressão atmosférica no cálculo da densidade do ar superestimou os valores. Uma vez que a equação 1 juntamente com a equação de regressão apresentada a partir dos dados não mostraram diferenças estatísticas significativas, ( $p\text{-valor} > 0,05$ ), considerou-se o uso da equação 1 para cálculo da densidade do ar e conseguinte conversão das concentrações dos gases.

Sendo assim a equação de cálculo da emissão utilizada para estes dados pode ser assim descrita:

$$\text{Emissão} = \Sigma Qx[(C_{\text{int}} - C_{\text{ext}}) \times \rho \times 10^{-6}] \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

$Q$  é a taxa de ventilação

$C_{\text{int}}$  = concentração interna

$C_{\text{ext}}$  = concentração externa

$\rho$  = densidade

Os gráficos aqui apresentados são representados pelos dados oriundos dos seis quadrantes em quatro horários sendo que a coleta foi um dia por semana durante as seis

semanas do lote. Dessa forma cada 24 pontos de coleta foram representativos de uma semana do lote.

Os dados de emissões anuais foram simulados considerando-se seis lotes produzidos por ano em ambos os galpões com tipos de sistema de ventilação, negativa e positiva e também o tipo de cama, se nova ou reutilizada.

Segundo Gates et al. (2008) a relação entre a emissão do gás, a idade do animal e a condição da cama se apresenta de forma linear.

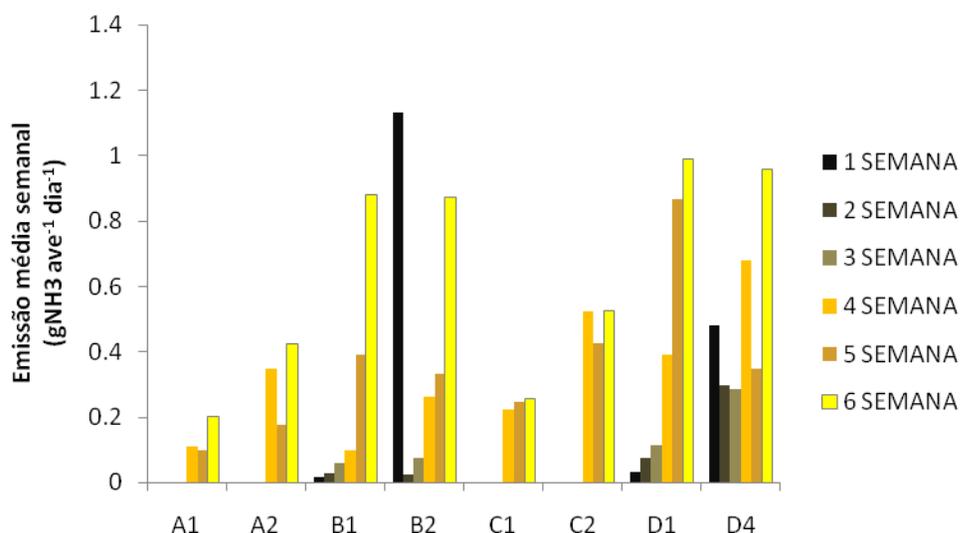


Figura 73 Emissão média semanal de NH<sub>3</sub> por galpão em gNH<sub>3</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

De acordo com o apresentado pelo gráfico da Figura 75, as taxas de emissão de amônia apresentaram-se de forma crescente com a idade das aves. O que vai de acordo com a literatura vigente, (ELWINGER e SVENSSON, 1996, REDWINE et al., 2002, LIU et al., 2006), isso ocorre devido ao aumento da excreção do nitrogênio com o crescimento das aves.

O aumento das emissões de NH<sub>3</sub> está diretamente relacionado à idade das aves e a quantidade de N consumido e excretado pelas aves. A concentração de amônia é importante também no que se refere à concentração externa, pois o diferencial de concentração influencia na taxa de emissão, dessa forma questões sobre o melhor ou ideal local de coleta externa tem sido discutido. Fairchild et al. (2009) em seu trabalho avaliando as concentrações de NH<sub>3</sub> a montante dos sistemas de ventilação de quatro galpões de frangos comerciais constataram que

as maiores concentrações de  $\text{NH}_3$  foram encontradas nas distâncias de 30m 0,5 ppm a 0,25 ppm a 150m.

Uma vez que para os cálculos de emissão são consideradas a vazão dos sistemas de ventilação, encontrou-se para os galpões com exaustores uma vazão média de 22.000 a 34.000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  e para os galpões com ventiladores a vazão média foi 12.000 a 14.000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ .

Segundo Demers et al. (1999) em instalações para frangos de corte a taxa de ventilação pode se aumentada de 4000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  a um máximo de 42.000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  principalmente em períodos de verão com temperaturas extremas.

A Figura 75 apresenta os dados médios da taxa de ventilação total dos ventiladores e exaustores dos galpões.

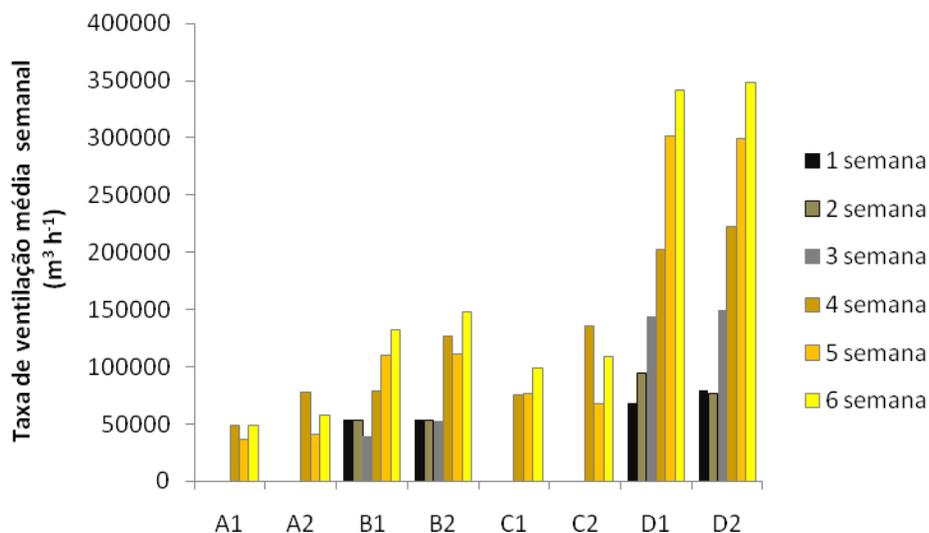


Figura 74 Taxa de ventilação total dos galpões em ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ).

As altas taxas de ventilação necessárias para se obter a sensação térmica de conforto no interior das instalações foram crescentes de acordo com a idade das aves. Esse resultado concorda com o encontrado por Redwine e Lacey (2001) em seu estudo avaliando a emissão de amônia em galpões de frangos com sistema de ventilação mecanizada encontraram que apesar das maiores taxas de concentração de amônia terem sido obtidas no inverno, as maiores taxas de emissão ocorreram durante o verão e foram crescentes com as semanas de vida dos frangos, sendo dessa forma atribuída às variações da ventilação nos dois períodos.

Analisando cada um dos sistemas, os galpões de pressão positiva A1 e A2 apresentaram os valores médios mais baixos de emissão de amônia de 0,8 e 2,4  $\text{kgNH}_3$  galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> respectivamente. Os fatores que levaram a esses valores podem ser assim estabelecidos. Primeiramente devido à ventilação, em decorrência do menor número de ventiladores instalados, em número de seis e em segundo devido à baixa vazão obtida por estes equipamentos, 12.000 e 13.000  $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$  para A1 e A2 respectivamente.

A dificuldade em manter a uniformidade da ventilação em galpões de frango é constante. O uso de equipamentos de ventilação diferenciados como ventiladores de pás fixas e de correia podem ter durabilidade diferenciadas, portanto, devem ser monitorados constantemente. De acordo com Casey (2005), a principal fonte de incertezas nas estimativas de emissão está relacionada com as taxas de ventilação dos exaustores, onde a dificuldade é encontrada devido a erros na amostragem temporal, à dinâmica dos efeitos do vento, à substituição dos equipamentos durante o experimento e assim como a sua manutenção irregular.

O galpão A2, com cama reutilizada apresentou os maiores valores crescentes em comparação com o galpão A1 com cama nova. A emissão crescente pôde ser constatada, uma vez que as taxas de ventilação nesses galpões foram nulas para as primeiras semanas de vida do lote, a taxa de emissão foi também nula, como pode ser visualizado no gráfico da Figura 76.

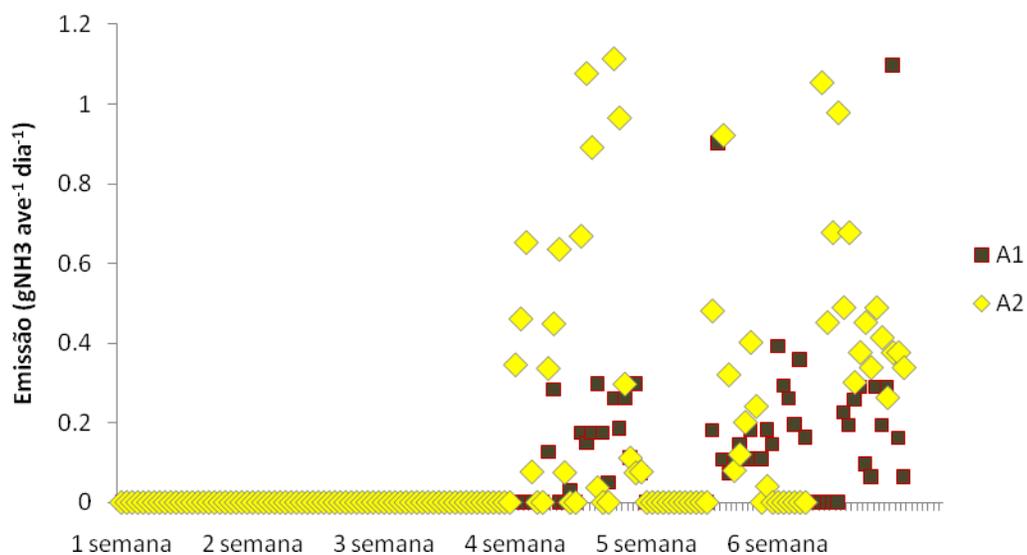


Figura 75 Emissão de  $\text{NH}_3$  em  $\text{gNH}_3 \text{ ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos galpões de pressão positiva A1 e A2.

Este fato está em parte de acordo com o apresentado por Gates et al., 2009, onde em seu trabalho foi desenvolvido um fator para emissão de amônia de acordo com a idade da ave. Sendo Emissão = 0,031 x idade da ave. Até a primeira semana, se cama nova, a taxa de emissão é 0. De acordo com o fator apresentado já a partir da 2ª semana seria possível o cálculo da emissão o que não foi constatado nos galpões A1 e A2, possivelmente porque o fator desenvolvido foi inicialmente modelado para galpões do tipo túnel.

Outro fator característico dos sistemas tipo túnel que dificulta o emprego da metodologia de emissão para galpões pressão positiva é que nestes sistemas dependendo da estação do ano, se verão ou inverno, podem ser utilizados, já na segunda semana 60% dos sistemas de ventilação para manutenção do conforto térmico (CZARICK, 2006). Enquanto no sistema pressão positiva é usual o manejo de cortinas para estas primeiras semanas.

Segundo Wheeler et al. (2003), mesmo as avaliações de emissões de uma única granja, podem apresentar altas variações de galpão para galpão. Também, além de se considerar o tipo de cama, não se pode deixar de lado o sistema de ventilação, pois segundo Miragliotta (2001), em seu trabalho comparando os níveis de amônia em galpões de frango de corte em sistemas de ventilação e densidade diferenciados, mostrou que o sistema de ventilação tipo túnel removeu os gases gerados dentro das instalações que estavam com densidade de 18 aves m<sup>-2</sup>, garantindo qualidade de ar adequada, sendo mais eficiente do que o sistema de ventilação convencional, em instalações com densidade de 13 -15 aves m<sup>-2</sup>.

Na análise dos galpões B do tipo *blue-house*, os dados de emissão do galpão B2, onde foi utilizada cama tratada apresentou maior emissão média de amônia quando comparado ao B1, sendo 0,24 e 0,45 gNH<sub>3</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para B1 e B2, respectivamente. No teste t para comparativo de médias entre esses galpões obteve-se p-valor < 0,05, mostrando assim que houve diferença estatística entre seus dados de emissão.

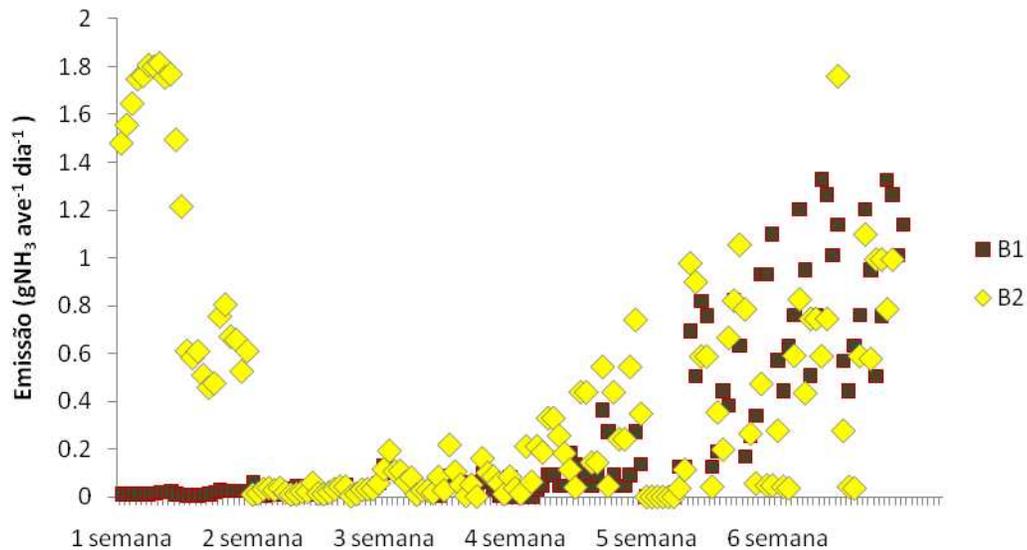


Figura 76 Emissão de NH<sub>3</sub> em gNH<sub>3</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão negativa B1 e B2.

Como mostrada na Figura 77, a curva crescente característica da emissão ao longo das semanas é bem visível no galpão B1, primeiramente porque a cama era nova. E também devido à ventilação, onde é observado que apesar do sistema tipo túnel, os dados de emissão para o galpão B1 foram bem inferiores durante as primeiras semanas, sendo apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 Comparativo de médias através do teste t para emissão de NH<sub>3</sub> semanal em kgNH<sub>3</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>.

	<b>B1</b>	<b>B2</b>
1 semana	0,35 <sup>a</sup>	33,90 <sup>b</sup>
2 semana	0,69 <sup>a</sup>	0,79 <sup>a</sup>
3 semana	1,36 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>
4 semana	2,26 <sup>a</sup>	7,85 <sup>b</sup>
5 semana	8,96 <sup>a</sup>	10,02 <sup>a</sup>
6 semana	20,25 <sup>a</sup>	26,13 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

O detalhe para os galpões B1 e B2 está no seu sistema tipo túnel que também realiza manejo de cortinas quando nas primeiras semanas para controle da temperatura nos aviários. Esse manejo aliado ao túnel faz com que a variação na ventilação desses galpões seja muito alta, o que interfere com os cálculos de emissão. Outro aspecto observado é quanto aos níveis de amônia, onde a emissão do galpão com cama reutilizada foi muito maior na primeira semana, o que deixa claro o erro no sistema de ventilação mínima adotado para essa semana, mas que possivelmente foi minimizado no decorrer das semanas o que levou a taxa de emissão do galpão B2 se assemelhar ao galpão B1 com cama nova nas ultimas semanas.

Segundo Burns et al. (2007) em seu trabalho avaliando emissões de amônia em galpões com camas de diferentes números de criadas, encontraram taxa de emissão média de  $0,25 \pm 0,19 \text{ kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos lotes com cama nova enquanto que nos galpões com cama reutilizada os valores foram  $6,07 \pm 2,67 \text{ kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  com cama reutilizada ainda durante os 6 primeiros dias de vida do lote. Os dados obtidos aqui apresentaram taxas superiores para a 1ª semana, mas ainda de acordo com os mesmos autores, estes constataram que as semanas 2 e 3 foram estáveis e só então, a emissão começou a aumentar novamente sendo similar ao observado aqui neste estudo durante estas semanas.

Os dados simulados para emissão anual nos galpões de pressão negativa B1 e B2 apresentaram-se abaixo dos demonstrados por Gates et al. (2008), onde os autores simularam a emissão anual em galpões de pressão negativa para 28.000 frangos de cortes de 2,5 kg de peso, criados em cama nova e reutilizada, considerando-se 6 lotes por ano, a emissão foi de 3786 e 5560  $\text{kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  respectivamente. Os dados em kilogramas aqui obtidos para ambos os galpões foram de 1391  $\text{kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para o galpão com cama nova B1 e 3327  $\text{kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Outros valores médios por ave/ano são apresentados por Lacey et al. (2003), 632  $\text{mgNH}_3/\text{ave}/\text{dia}$  e a National Research Council - NRC (2003) que calculou um fator de 0,22  $\text{lbNH}_3/\text{ave}/\text{ano}$ .

Nas análises comparativas dos galpões de pressão positiva C1 e C2, o galpão com cama reutilizada, C2 apresentou maiores dados de emissão uma vez que a cama reutilizada era de 2ª criada e no galpão C1 a cama era reutilizada de 1ª criada. Os dados médios entre os galpões foram de 0,12 e 0,24  $\text{gNH}_3 \text{ ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  respectivamente.

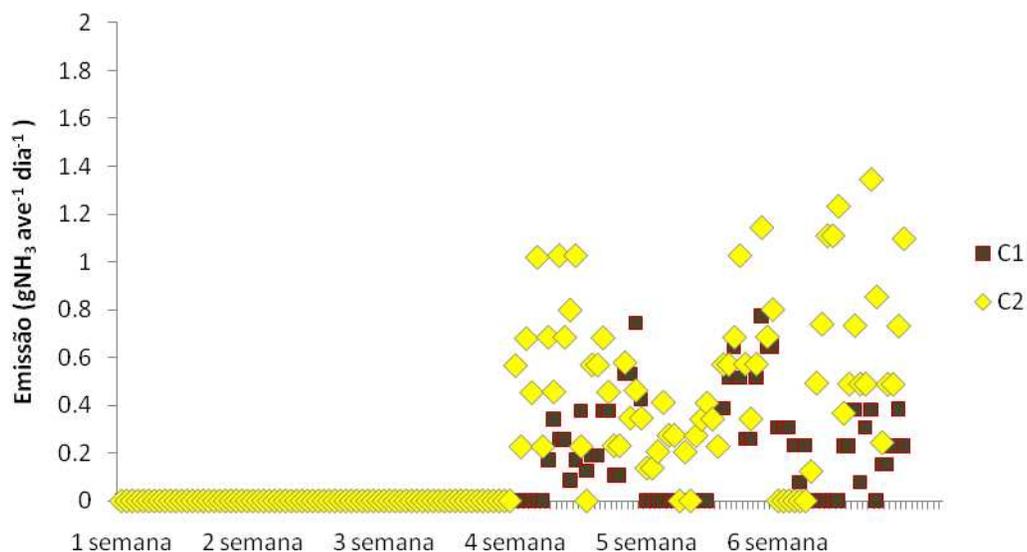


Figura 77 Emissão de NH<sub>3</sub> em gNH<sub>3</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva C1 e C2.

Os dados de comparativo das médias dos galpões C1 e C2 apresentaram diferenças significativas, (p-valor < 0,05), para as semanas 4, 5 e 6 de alojamento. Onde semanalmente, as maiores taxas de emissão ocorreram no galpão C2 visto ao número maior de reutilizações da sua cama. Os valores médios em semanais em kg galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> estão apresentados na Tabela 24.

Tabela 24 Comparativo de médias através do teste t para emissão de NH<sub>3</sub> semanal em kgNH<sub>3</sub> galpão<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>

	C1	C2
1 semana	0,00	0,00
2 semana	0,00	0,00
3 semana	0,00	0,00
4 semana	5,14 <sup>a</sup>	12,02 <sup>b</sup>
5 semana	5,68 <sup>a</sup>	9,76 <sup>b</sup>
6 semana	4,05 <sup>a</sup>	12,09 <sup>b</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

O que foi observado nos valores dos galpões é que apesar de apresentarem camas reutilizadas de 1ª e 2ª criada, estes valores quando comparados aos valores de literatura são significativamente inferiores, até mesmo quando comparados aos dados de cama nova em galpões de tipo túnel, como os dados obtidos em Burns et al. (2007) que avaliando as emissões em galpões de ventilação mecanizada tipo túnel encontraram durante o período de estudo que a emissão média foi menor nos lotes com cama nova de  $12,36 \pm 9,36 \text{ kg galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , o que foi significativamente menor que  $14,55 \pm 8,99 \text{ kg galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  nos aviários com cama reutilizada de 9ª criada. Se considerarmos as emissões médias por lote, os valores encontrados para este estudo foram de 2,4 e 5  $\text{kg galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  para C1 e C2 respectivamente, sendo muito menores comparados aos dados obtidos pelos autores citados anteriormente.

Os galpões de pressão negativa D1 e D2 também chamados do tipo *dark house* apresentaram dados de emissão de 14 a 17  $\text{kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ , respectivamente.

Os dados de emissão semanais dos galpões D1 e D2 foram comparados através do teste t comparativo de médias e foram apresentados de acordo com as semanas de alojamento do lote, conforme o apresentado na Tabela 25.

Tabela 25 Comparativo de médias através do teste t para emissão de  $\text{NH}_3$  semanal em  $\text{kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$

	<b>D1</b>	<b>D2</b>
1 semana	1,13 <sup>a</sup>	16,15 <sup>b</sup>
2 semana	2,54 <sup>a</sup>	9,98 <sup>b</sup>
3 semana	3,93 <sup>a</sup>	9,53 <sup>b</sup>
4 semana	13,25 <sup>a</sup>	22,79 <sup>b</sup>
5 semana	29,49 <sup>a</sup>	11,72 <sup>b</sup>
6 semana	33,64 <sup>a</sup>	32,16 <sup>a</sup>

\*Letras diferentes na horizontal são estatisticamente significativas a um intervalo de 95%.

Como observado na Tabela 25, os galpões D1 e D2 apresentaram diferenças significativas, ( $p$ -valor  $<0,05$ ), entre os valores de quase todas as suas semanas, com exceção da 6ª semana.

Esses dados estão de acordo com os encontrados por Moore et al. (2008) em seu trabalho avaliando emissão de amônia em quatro galpões diferentes, os autores encontraram valores médios de  $20 \text{ kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ . Os autores também constataram que para o 1º ano de uso da cama de frango, as emissões de amônia aumentaram de cerca de  $2 \text{ kgNH}_3 \text{ galpão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$  a partir da primeira semana em diante, o que pôde ser observado no galpão D1 que apresenta curva característica da emissão com base na idade do lote que está representada na Figura 79 com os valores da emissão diária por ave dada em gramas.

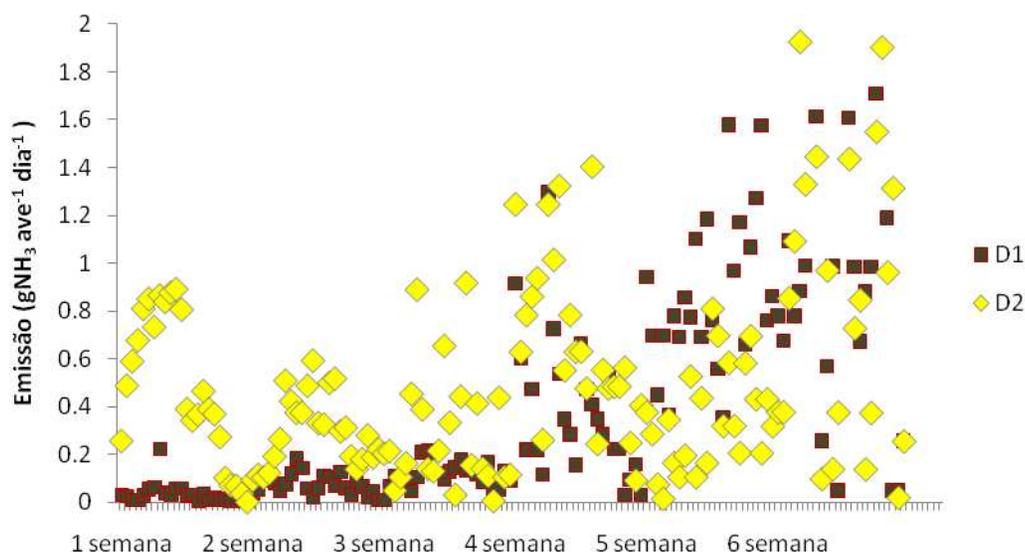


Figura 78 Emissão de NH<sub>3</sub> em gNH<sub>3</sub> ave<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> nos galpões de pressão positiva D1 e D2.

Ainda sobre o galpão D1 com cama nova, observa-se que o aumento da emissão foi mais elevado a partir da 4ª semana, esses dados concordam com os apresentados por Guiziou e Béline (2005) que obtiveram durante as condições de inverno as maiores taxas de emissão a partir do 30º dia de vida do lote. Esta informação tem grande utilidade no que se refere ao momento ideal de uso de práticas mitigadoras na redução das emissões de gases na produção de frangos.

O detalhe que deve ser atentado é quanto à idade da cama, uma vez que esse padrão foi claro dentro dos sistemas de ventilação tipo túnel com cama nova, ocorrendo pelo menos no presente estudo, o inverso nos galpões com cama reutilizada, que apresentaram taxas

elevadas durante a 1ª semana de alojamento. Onde o galpão D2 assim como o galpão B2, ambos com cama reutilizada de 1ª criada, apresentaram altas taxas de emissão durante a 1ª semana. Mais uma vez pode se considerar que houve manejo inadequado da ventilação o que ocasionou as taxas de emissão elevadas, uma vez que as coletas foram feitas em diferentes estações do ano.

## Comparações dentre os sistemas de ventilação

### Pressão Positiva A1, A2, C1 e C2

Para avaliação da performance dos galpões de pressão positiva foi realizado um teste de variância ANOVA para comparação dos quatro galpões A1, A2, C1 e C2 entre si apresentados na Figura 53 e Tabela 33.

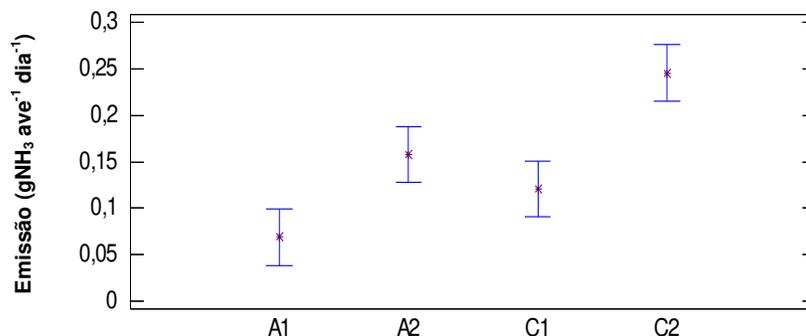


Figura 79 Gráfico comparativo das emissões de amônia nos galpões de pressão positiva.

Através do gráfico da Figura 53, foi observado que os galpões que apresentaram a cama reutilizada A2, C1 e C2 apresentaram maiores emissões médias por aves, o que vai de acordo com a literatura que aponta que a cama reutilizada por ter maior quantidade de nitrogênio, o fluxo de amônia a partir deste tipo de cama pode ser seis vezes maior que o fluxo da cama nova durante as primeiras semanas de alojamento do lote (BREWER e COSTELLO, 1999).

Tabela 26 Valores do teste LSD comparativo de médias de emissão de NH<sub>3</sub> entre os galpões de pressão positiva.

Comparações	Diferenças	+/- Limites
A1 - A2	*-0,08	0,06
A1 - C1	*-0,05	0,06
A1 - C2	*-0,17	0,06
A2 - C1	0,03	0,06
A2 - C2	*-0,08	0,06
C1 - C2	*-0,13	0,06

\*Indica uma diferença significativa.

Como foi confirmado no teste LSD apresentado na tabela 26 todas as médias apresentaram diferença significativa, com exceção dos galpões A2 e C1, o que era esperado uma vez que o galpão A2 apresentava cama reutilizada com o mesmo número de reutilização que do galpão C1. Dessa forma foi analisada a taxa de ventilação dos galpões, (Figura 81).

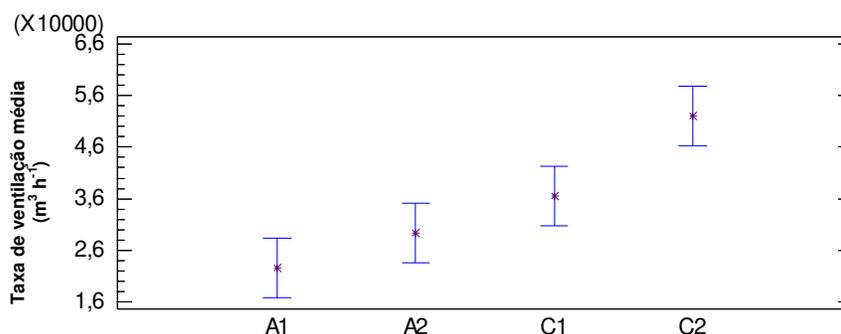


Figura 80 Gráfico comparativo da taxa de ventilação nos galpões de pressão positiva

O que pôde ser constatado no gráfico e confirmado através do teste LSD apresentado na Tabela 27 é que não houve diferença estatística entre as médias das taxas de ventilação entre A2 e C1, mas houve diferença entre A1 e C1, confirmando a hipótese de que a taxa de ventilação teria influenciado na diferença da taxa de emissão entre esses galpões.

Tabela 27 Valores do teste LSD comparativo de médias de taxa de ventilação entre os galpões de pressão positiva.

<b>Comparações</b>	<b>Diferenças</b>	<b>+/- Limites</b>
A1 - A2	-6816,05	11574,1
A1 - C1	*-14090,1	11574,1
A1 - C2	*-29652,7	11574,1
A2 - C1	-7274,06	11574,1
A2 - C2	*-22836,6	11574,1
C1 - C2	*-15562,6	11574,1

\*Indica uma diferença significativa.

Apesar da taxa de ventilação entre A2 e C1 não ter sido significativa. Esta foi um pouco maior em C1 que em A2 e sendo que a concentração em A2 foi menor que em C1. Era esperado que por conta desses fatores a taxa de emissão por parte deste galpão A2 fosse também menor que em C1. Uma explicação para este fato pode estar relacionada às taxas de diferença de concentração que podem ser influenciadas pela direção e velocidade do vento no ambiente externo. Estudos sobre a magnitude da direção e velocidade do vento sobre a concentração externa de amônia demonstraram que as maiores concentrações de amônia no ambiente foram encontrada nas direções do vento entre 190 e 300° e na velocidade do vento menor que 2 m h<sup>-1</sup> o que indica que a menor mistura de ar ocorre quando a velocidade do vento diminui, conseqüentemente, reduzindo a dispersão da amônia, aumentando a sua concentração no ambiente externo (FAIRCHILD et al., 2009).

A dificuldade em se comparar galpões quanto à emissão de gases é complexa, apesar de inúmeros estudos terem sido feitos e publicados sobre emissão de amônia proveniente da avicultura. A quantidade de informação destes estudos é, entretanto limitada devido às variações em localidades de pesquisa, métodos utilizados, manejo das aves e da cama. De acordo com Pescatore et al. (2005) isto faz com as informações sobre emissão de NH<sub>3</sub> variem muito, onde essa variabilidade já foi correlacionada com a idade das aves e com a condição da cama assim como com a dieta a que são submetidas às aves, em relação à quantidade de

proteínas e de aminoácidos presentes na ração (FERGUSON et al., 1998, CASEY et al., 2004 e WHEELER et al., 2006).

## Comparações dentre os sistemas de ventilação

### Pressão Negativa B1, B2, D1 e D2

No intuito de avaliar as condições dos galpões de pressão negativa do presente estudo realizou-se um teste ANOVA para análise de variância dos dados e comparativos de médias, apresentados na Figura 82.

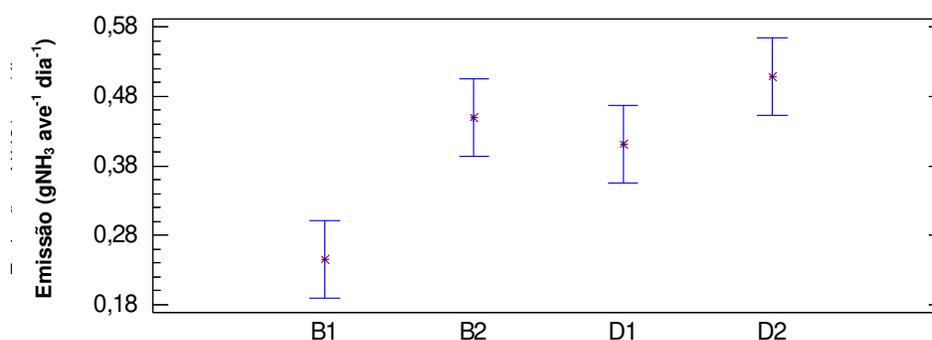


Figura 81 Gráfico comparativo das emissões de amônia nos galpões de pressão negativa.

Tabela 28 Valores do teste LSD comparativo de médias de emissão de NH<sub>3</sub> entre os galpões de pressão negativa.

Comparações	Diferenças	+/- Limite
B1 - B2	*-0,20	0,11
B1 - D1	*-0,16	0,11
B1 - D2	*-0,26	0,11
B2 - D1	0,03	0,11
B2 - D2	-0,6	0,11
D1 - D2	-0,01	0,11

\*Indica uma diferença significativa.

A partir da Figura 82 e também apresentado na tabela 28, foi possível constatar que não houve diferença estatística, (p-valor >0,05), entre os dados dos galpões D1 com cama

nova e B2 e D2 ambos com cama reutilizada, isto pode ter sido ocasionado pelas diferenças na taxa de ventilação destas instalações, uma vez que a concentração de amônia foi maior no galpão D2. Sendo que por isso, foi realizado um teste comparativo das taxas de ventilações entre os galpões apresentado na Figura 83.

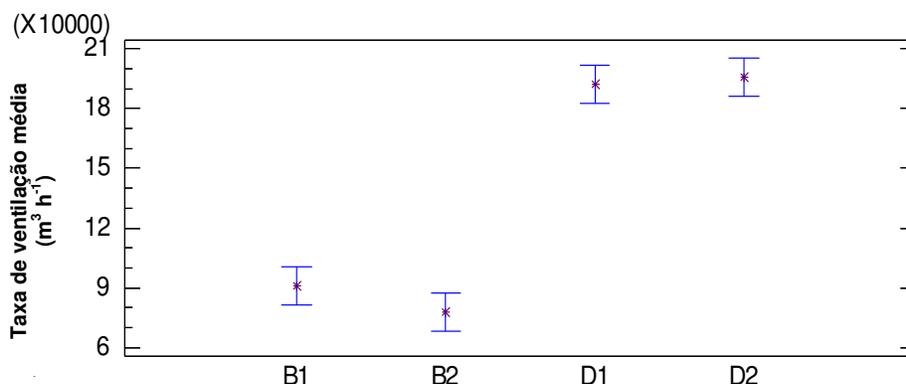


Figura 82 Gráfico comparativo de médias entre os galpões de pressão negativa quanto à taxa de ventilação ( $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$ ).

As taxas de ventilação dos galpões D1 e D2 foram significativamente maiores que em B2, o que pode ser explicado pela estação do ano. Onde os galpões D1 e D2 foram monitorados durante o verão e os galpões B1 e B2 durante inverno. Segundo Fairchild et al. (2009) avaliando as concentrações de amônia no ambiente proveniente das instalações para frangos de corte, constatou durante o verão que as instalações tipo túnel mantêm-se operantes em 96% do tempo de alojamento do lote.

A presente análise da ventilação explica o porquê da igualdade das taxas de emissão entre os galpões B2 e D1, uma vez que a menor taxa de ventilação do B2 foi compensada pela maior concentração de  $\text{NH}_3$  em sua cama enquanto a menor taxa da concentração de  $\text{NH}_3$  no D1 foi compensada pela sua maior taxa de ventilação.

### **Análise Multivariada das taxas de emissões**

Como mencionado anteriormente à taxa de emissão de gases oriundos da produção animal é proporcional ao produto de duas variáveis: a concentração do gás e a taxa de ventilação do galpão. Os equacionamentos são feitos de forma direta, o que pode levar a adição de erros nas análises nos resultados finais da taxa de emissão (CASEY, 2005). Dessa

forma foi também realizada uma análise multivariada das relações das variáveis que influenciam nas taxas de emissão de amônia para os oito galpões anteriormente descritos.

O comportamento das variáveis pode ser observado no gráfico das componentes principais apresentado na Figura 84. Em ambos os galpões A1 e A2 foi observado que as taxas de ventilação e concentração também apresentaram uma correlação positiva entre si, o que não era de se esperar uma vez que a ventilação também tem a função de diluir a concentração dos gases no interior dos galpões, isso pode ter ocorrido devido às primeiras semanas do lote em que os dados de ventilação são muito baixos.

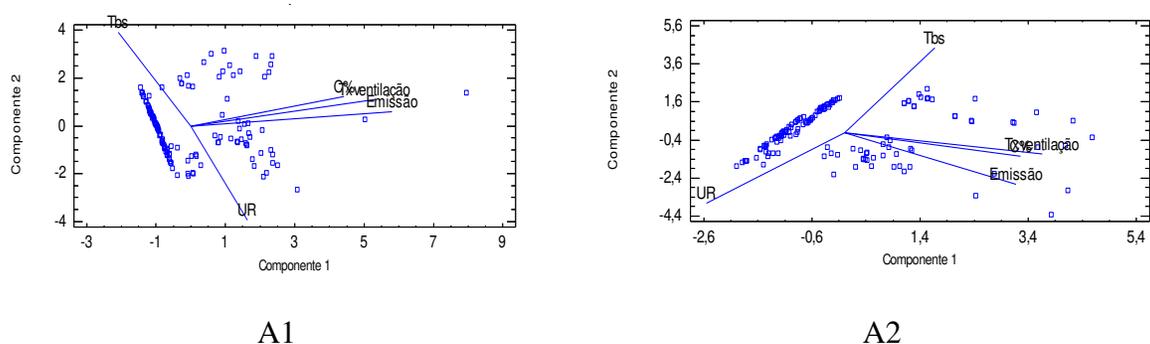


Figura 83 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de  $\text{NH}_3$  nos galpões A1 e A2.

Os perfis das variáveis em ambos os galpões foram similares. Uma vez que as variáveis Tbs e UR influenciam nas propriedades psicrométricas do ar, elas foram aqui testadas juntamente com as demais variáveis para cálculo da emissão, e apesar de apresentarem-se inversamente correlacionadas, o que era esperado, não apresentaram correlação com a emissão.

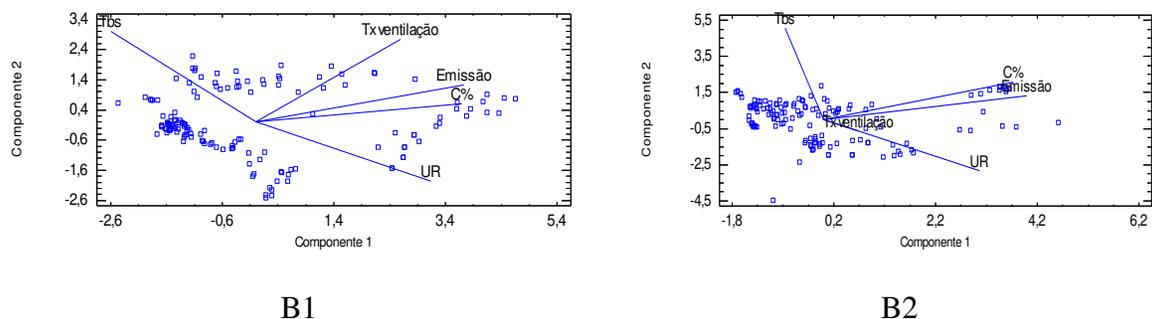


Figura 84 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de  $\text{NH}_3$  nos galpões B1 e B2.

Em ambos os galpões B1 e B2 as taxas de correlação da emissão e concentração foram altas, onde no galpão B2 é constatada a correlação negativa da ventilação com emissão, isso se deve principalmente aos dados da primeira semana, pois apresentam os valores mais reduzidos de taxa de ventilação enquanto que a concentração naquela mesma semana foi mais alta durante o período de alojamento do lote.

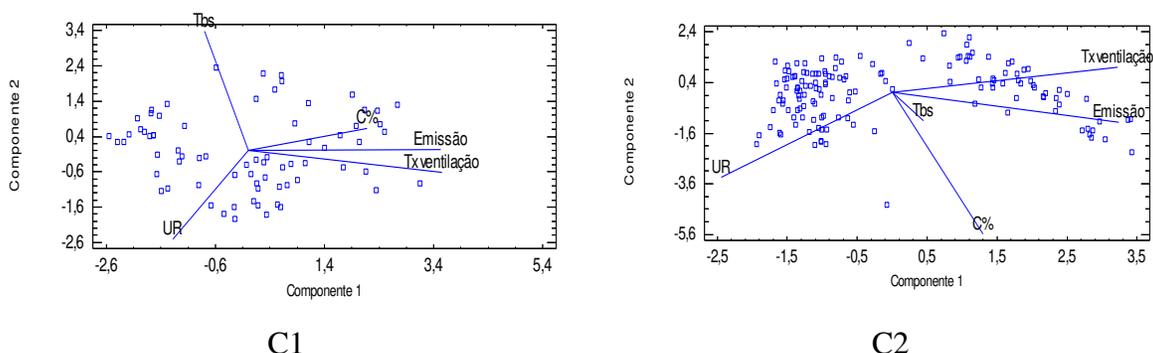


Figura 85 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de  $\text{NH}_3$  nos galpões C1 e C2.

No gráfico das componentes principais apresentado na Figura 86 para o galpão C2, observa-se a não correlação dos dados de concentração com a emissão. Este fato pode ser assim explicado: nos galpões de pressão positiva, a partir da segunda semana é realizado o manejo de cortinas de acordo a estação do ano, prática muito comum durante o verão, o que leva aos dados de ventilação serem nulos apesar das concentrações de gás se fazerem presentes, uma vez que a cama utilizada era de 3ª criada, esperando-se um fluxo maior de amônia neste tipo de cama, mas, uma vez que os ventiladores não eram acionados, não se obteve os dados de ventilação, o que leva a nulidade da equação de emissão nessas situações.

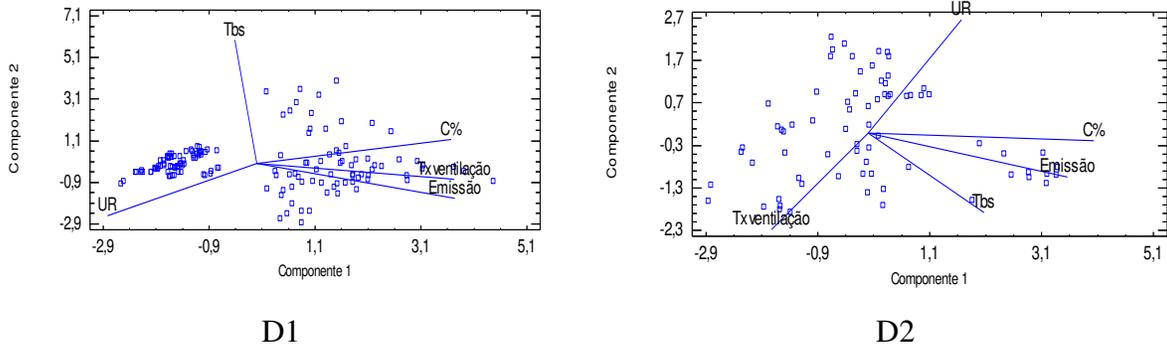


Figura 86 Gráfico das componentes principais na análise multivariada das variáveis pertinentes à emissão de  $\text{NH}_3$  nos galpões D1 e D2.

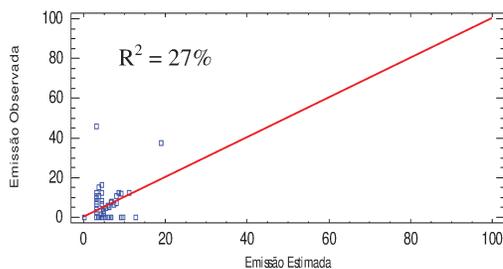
Na análise dos dados dos galpões de pressão negativa D1 e D2 pela análise do gráfico da Figura 87, o galpão D1 apresentou o perfil característico dos dados de emissão de galpão com cama nova, sendo correlacionadas a taxa de ventilação e a concentração de  $\text{NH}_3$  à taxa de emissão. O galpão D2 apresentou comportamento similar ao ocorrido com o B2 devido ao manejo da ventilação durante a 1ª semana, que fez com que houvesse uma alta taxa concentração e baixa taxa de ventilação durante esse período.

Após análise de todos os perfis observou-se que as altas concentrações sem taxa de ventilação durante as 1ª semanas de alojamento nos galpões de pressão positiva com cama reutilizada, fez com que a concentração não se correlacionasse com a taxa de emissão.

Já a relação da alta concentração e baixa taxa de ventilação nos galpões de pressão negativa e cama reutilizada causaram a não correlação da taxa de ventilação e da emissão. Esses resultados podem demonstrar a forte influência da ventilação no equacionamento da emissão, sendo possível considerar a atribuição de pesos às variáveis que compõem o cálculo da emissão de gases.

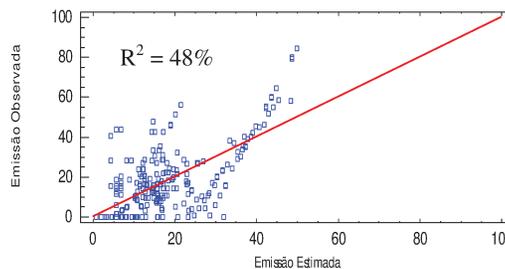
Uma vez que os sistemas de ventilação eram diferenciados utilizaram-se esses parâmetros entre os galpões, a idade da cama e o sistema de ventilação, para gerar e comparar os modelos de emissão de  $\text{NH}_3$  de acordo com estas diferentes características. Assim a figura 88 apresenta os modelos para sistemas de pressão positiva com cama nova (a), e cama reutilizada (b) e sistemas de pressão negativa com cama nova (c) e cama reutilizada (d). Onde variável dependente é a taxa de emissão de amônia ( $E_{\text{NH}_3}$ ), e as variáveis independentes são a concentração (Z) e a taxa de ventilação (Y).

$$E_{NH_3} = 53,2295 + 0,953887Z - 0,00419373Y$$



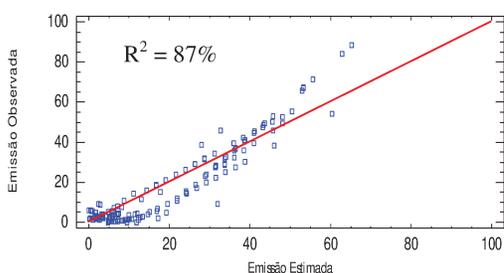
(a)

$$E_{NH_3} = -2,08224 + 0,000112025Y + 0,915Z$$



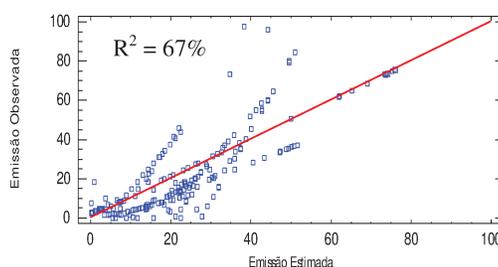
(b)

$$E_{NH_3} = -9,70816 + 0,0000364Y + 2,40531Z$$



(c)

$$E_{NH_3} = -12,8015 + 1,36021Z + 0,00008154Y$$



(d)

Figura 87 Ajuste de modelos da emissão de amônia ( $\text{mgNH}_3 \text{ ave}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ ) por sistema de ventilação e idade da cama.

É observado que nos modelos de pressão positiva, apesar de todas as variáveis terem sido estatisticamente significativas ao nível de significância de 99%, ( $p\text{-valor} < 0,01$ ). Os melhores ajustes foram apresentados pelos galpões de pressão negativa, com maior  $R^2 = 87\%$  para os galpões com cama nova. Ambos os modelos para os galpões de pressão positiva não apresentaram um ajuste adequado, onde o  $R^2$  esteve abaixo dos 50% levando a considerar mais uma vez que a equação de emissão de amônia precisaria de ajustes para o seu emprego nos galpões com pressão positiva e naturalmente ventilados.

Como resumo dos dados de emissão a Tabela 29 abaixo foi produzida apresentando os dados obtidos por galpão em diferentes unidades e Tabela 30 apresenta os dados de emissão obtidos aqui neste estudo comparados com a literatura vigente.

Tabela 29 Emissão média de NH<sub>3</sub> pelos galpões em estudo em diferentes unidades.

Galpões	kg galpão <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	kg galpão <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	mg ave <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
A1	0,89	225,23	2,86
A2	2,05	516,27	6,57
B1	5,64	1422,17	10,22
B2	13,49	3398,50	18,73
C1	2,42	609,41	5,04
C2	4,91	1238,07	10,24
D1	14,00	3527,04	17,15
D2	17,05	4297,40	21,21

Tabela 30 Comparação dos dados de emissão de amônia com dados de literatura.

Autores	Alojamento (dias)	Densidade de alojamento (dias)	Lotes	Idade da cama (nº criadas)	g ave <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	Local
Presente estudo	42	12	2	nova	0,07	Brasil
	42	12	2	reutilizada	0,16	
	42	15	2	nova	0,25	
	42	15	2	reutilizada	0,45	
	42	14	2	nova	0,12	
	42	14	2	reutilizada	0,25	
	42	16	2	nova	0,41	
Burns et al. (2007)	52	12,7	3	nova	0,49	EUA
	52	12,2	9	reutilizada	0,62	
Wheeler et al. (2006)	42	14,7	10	nova	0,47	EUA
	42	14,7	12	reutilizada	0,65	
	49	13,4	24	reutilizada	0,76	
Seifert et al. (2004)	63	10,8	20	reutilizada	0,98	EUA
	42	20	1	reutilizada	1,18	
Lacey et al. (2003)	49	13,5	12	reutilizada	0,63	EUA

## 5.7 Uso da Energia Elétrica nos Aviários

Os dados de energia foram aqui analisados a partir dos dados de apenas um galpão por sistema, sendo então chamados de A, B, C e D. O galpão A era do tipo pressão positiva ou convencional, B pressão negativa ou *blue house*, C pressão positiva ou convencional e D pressão negativa ou *dark house*. As primeiras avaliações dos galpões de pressão positiva e negativa foram feitas em relação ao seu consumo médio diário em kWh durante o período de alojamento do lote considerando os dois tipos de consumo, chamados consumo na ponta e consumo fora da ponta. De acordo com Rossi (2009), as operadoras de energia elétrica classificam o horário de ponta como sendo aquele período do dia, aproximadamente três horas diárias, onde ocorre maior demanda de energia elétrica, no caso desta avaliação das 18h00min as 21h00min. Já o horário fora de ponta é considerado o restante das horas do dia.

A variação do comportamento do consumo de energia elétrica, durante os horários na ponta e fora da ponta são mostrados nas Figuras 88 a 91.

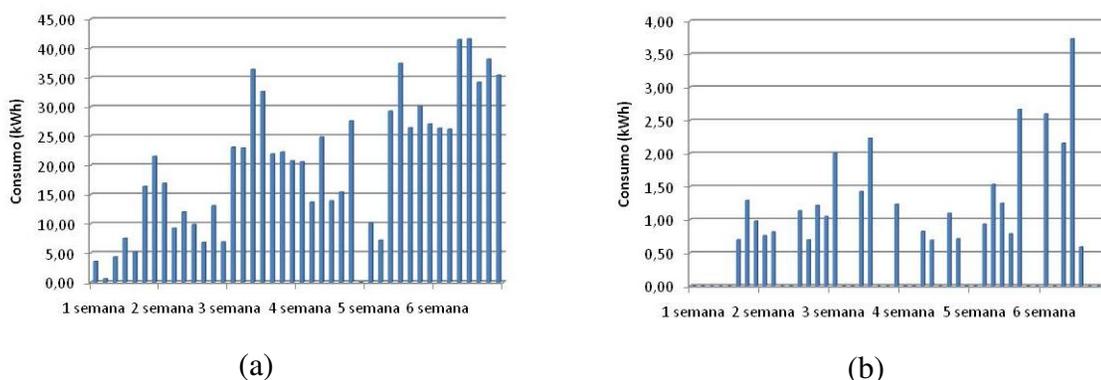


Figura 88 Comportamento do consumo diário de energia elétrica do aviário de pressão positiva A1 e A2 fora da ponta (a) e na ponta (b).

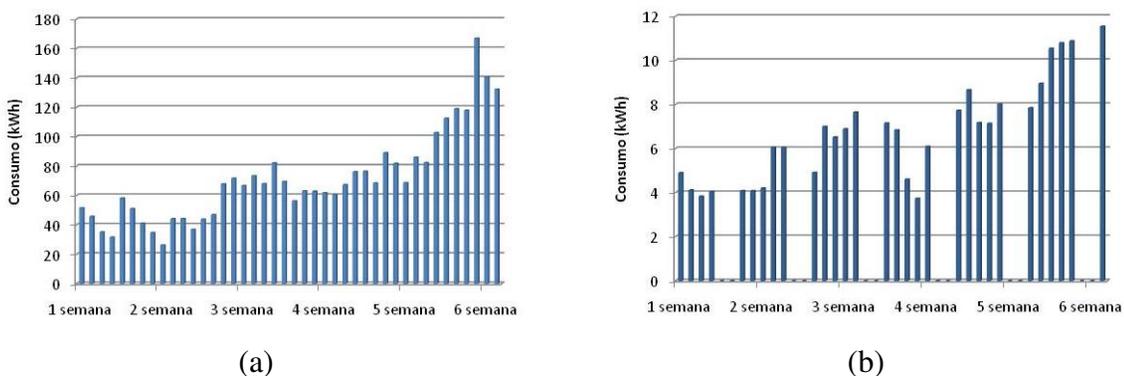


Figura 89 Comportamento do consumo diário de energia elétrica do aviário de pressão negativa B1 e B2 fora da ponta (a) e na ponta (b).

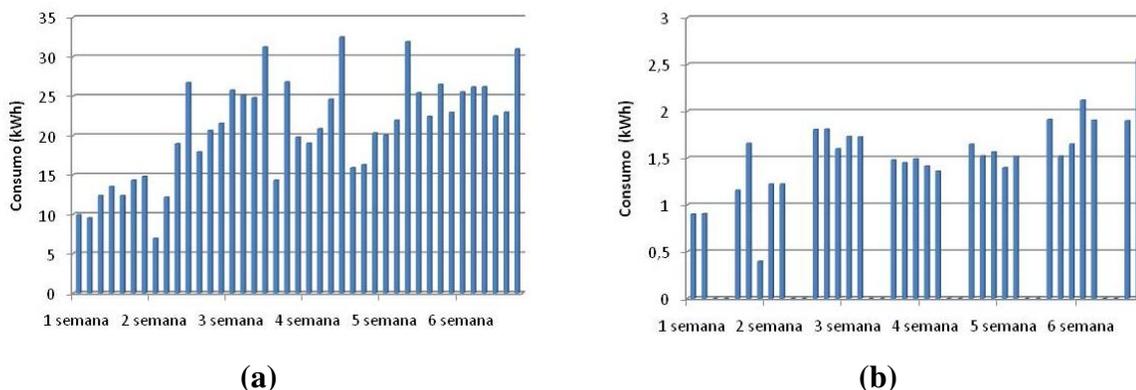


Figura 90 Consumo médio diário de energia elétrica dos aviários de pressão positiva C1 e C2 (a) fora da ponta e (b) na ponta.

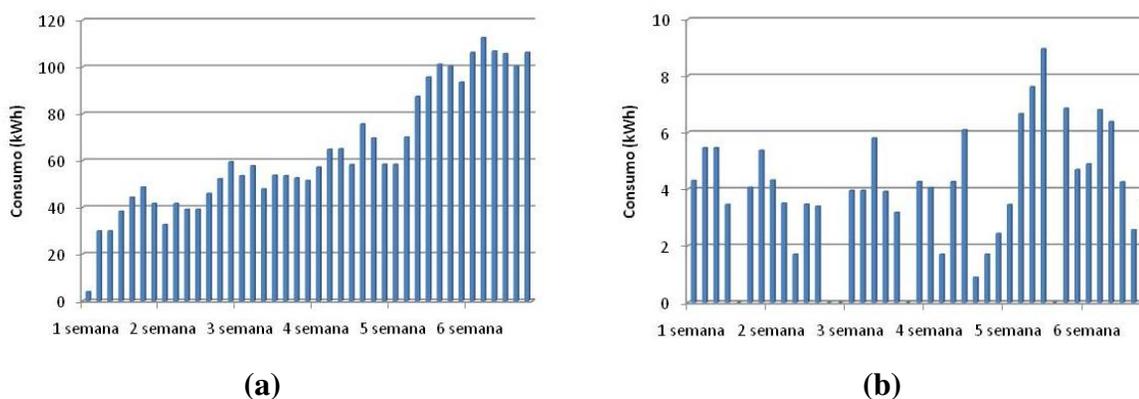


Figura 91 Consumo médio diário de energia elétrica dos aviários de pressão negativa D1 e D2 (a) fora da ponta e (b) na ponta.

De forma geral pode ser observado que a variação de ambos os consumos é maior nos aviários de pressão positiva A e C, tanto fora da ponta como na ponta. Isto demonstra a ausência de controle no acionamento dos equipamentos, como ventiladores e nebulizadores, que são feitos de forma manual pelo criador.

Ferreira e Turco (2003) analisaram o consumo e custo de energia elétrica em um galpão comercial de criação de frangos de corte, em dois ciclos de criação. Realizaram medidas do consumo de ventiladores, nebulizadores, iluminação e comedouros durante o manejo de 10.500 aves em um aviário convencional tipo pressão positiva. Os autores também verificaram que neste tipo de sistema de criação, a iluminação apresentou o maior consumo e os comedouros o menor, ficando os ventiladores com valor intermediário. Estes resultados

também foram confirmados por Jacome (2008) que avaliando a eficiência energética de galpões de poedeiras verificou que o uso de lâmpadas fluorescentes compactas diminuíram cerca de sete vezes o consumo de energia elétrica.

Os galpões com pressão negativa, com acionamento automático, apresentam variação no comportamento também. Entretanto nota-se uma maior linearidade, ficando claras as fases de aquecimento, com um menor consumo e o aumento gradativo do mesmo, devido ao acionamento dos exaustores, já na fase adulta das aves. Bueno e Rossi (2006) verificaram que quanto maior a frequência de acionamento, destes equipamentos que controlam a temperatura do ar, maior será a variação de seu consumo. O consumo de energia elétrica, no horário da Ponta, nos sistemas pressão negativa e convencional, foram de 6 e 5% respectivamente, se tornando mínimo na análise dos custos. Este consumo se deve a motores de pequena potência instalada que não estavam ligados ao gerador de energia elétrica, o qual era acionado neste horário tarifário.

Este comportamento, no sistema pressão negativa, pode ser visualizado também quando o consumo é analisado semanalmente, como mostrado na Figura 93. Nas primeiras semanas de criação, onde os exaustores são utilizados para a ventilação mínima, existe um menor consumo de energia elétrica. Entretanto a partir da terceira semana, onde a climatização é utilizada para o conforto térmico das aves, este consumo vai aumentando gradativamente.

Analisando-se ainda a variação nos consumos de forma semanal, percebe-se que no sistema pressão positiva (Figura 93), onde a ventilação mínima é realizada pelo manejo de cortinas, houve um menor consumo nas duas primeiras semanas de criação. Da mesma forma que no sistema pressão negativa, onde a partir da terceira semana de criação observa-se um crescimento no consumo de energia elétrica, o qual se estabelece até o início da retirada das aves.

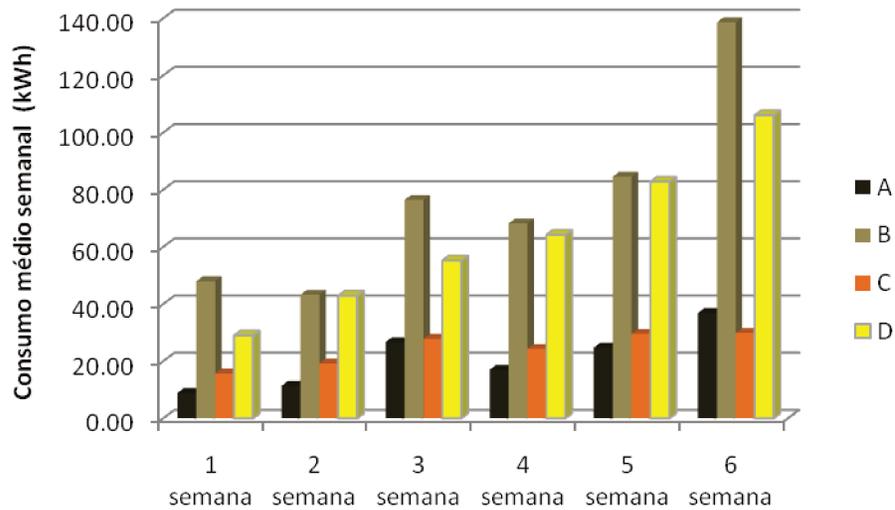


Figura 92 Consumo Total (ponta +fora da ponta) médio semanal

Pode ser notado através da Figura 93, que o aviários que mais consomem energia elétrica são do tipo pressão negativa, B, (*blue house*) e D (*dark house*). Isto pode ser explicado pela maior potência instalada neste tipo de aviário, principalmente nos exaustores, os quais auxiliam na manutenção do ambiente e assim permite um alojamento com maior densidade animal. O consumo de energia elétrica no meio rural para manutenção adequada do ambiente às temperaturas pré-estabelecidas ao tipo de produção seja, tanto para granjas como para agroindústrias, é significativo e foi objeto de estudo de Bueno (2008) que verificaram que 97% de todo o consumo de energia elétrica de um frigorífico de frangos de corte, era provindo da manutenção da cadeia do frio.

Resultado semelhante foi encontrado por Bueno e Rossi (2006); Bichara (2008) que ressaltam que o valor agregado deste tipo de criação é maior no final de cada lote de produção.

Para comparação do consumo elétrico pelos sistemas apresentados com os valores médios sendo então chamados A, B, C e D foi realizada uma análise de variância ANOVA para comparação de médias entre os sistemas, onde se obteve um p-valor significativo, p-valor < 0,05, apesar dos valores médios do sistema B aparentemente terem sido em algumas semanas maiores que o do sistema D não se obteve diferença significativa, quando da análise do consumo ao longo dos 42 dias de alojamento. Entretanto quando realizada a análise de

variância por semana de alojamento algumas médias foram significativas e assim apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31 Resultados da análise de variância do consumo de energia elétrica semanal entre os sistemas de pressão positiva e negativa.

<b>SISTEMAS</b>				
<b>Semana</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
1	8,45 <sup>a</sup>	45,0 <sup>b</sup>	11,00 <sup>a</sup>	28,00 <sup>c</sup>
2	10,70 <sup>a</sup>	39,66 <sup>b</sup>	16,88 <sup>a</sup>	41,79 <sup>b</sup>
3	25,73 <sup>a</sup>	71,39 <sup>b</sup>	24,23 <sup>a</sup>	54,09 <sup>c</sup>
4	16,58 <sup>a</sup>	64,08 <sup>b</sup>	21,29 <sup>a</sup>	63,16 <sup>b</sup>
5	23,95 <sup>a</sup>	79,01 <sup>b</sup>	24,09 <sup>a</sup>	81,65 <sup>b</sup>
6	34,78 <sup>a</sup>	127,53 <sup>b</sup>	25,32 <sup>a</sup>	104,49 <sup>c</sup>

\* Letras diferentes na mesma linha são estatisticamente significativas no intervalo de confiança de 95%.

Observa-se que enquanto os galpões de pressão positiva apresentaram consumo semelhante independente da semana de alojamento. Os galpões de pressão negativa tiveram desempenho diferenciados quanto a 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> semana. Dentre alguns fatores que podem ter influenciado no consumo dos sistemas estão o manejo da ventilação e a eficiência dos equipamentos, uma vez que os cuidados com o consumo elétrico em galpões para a produção animal se aplicam também à escolha de equipamentos de melhor eficiência.

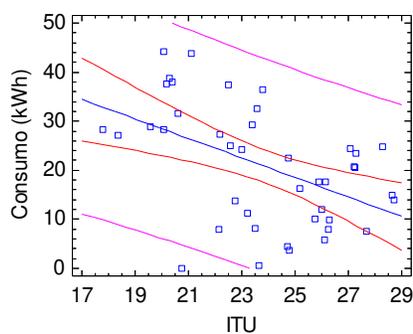
Considerando que o consumo total dos galpões de pressão positiva foi aproximadamente 841 e 864 kWh para os galpões A e C respectivamente e dos galpões de pressão negativa, 2986 e 2614 kWh para os galpões B e D respectivamente. O sistema de pressão negativa teve o consumo de energia, em média 60% maior, quando comparado ao sistema convencional.

Liang et al (2008), em seu estudo, analisando o uso de energia de galpões convencionais e galpões tipo túnel, encontraram consumo total de eletricidade variando de 13.327 a 29.472 kWh e uma média de 20.303 kWh por galpão. Os autores ainda contabilizaram

os gastos por equipamento onde em média, ventiladores e luzes contabilizaram 85% do total do consumo de energia enquanto os ventiladores sozinhos usaram uma média de 64% do total.

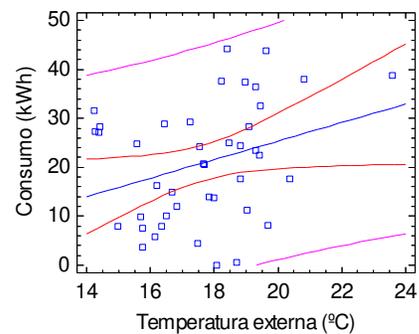
Como avaliação do conforto térmico em função do consumo elétrico, foi realizada uma análise de regressão para comparação da variação do consumo médio diário, em kWh, em relação aos ambientes térmicos interno e externo. Para essa comparação foi utilizada a temperatura externa obtida através das estações meteorológicas mantidas nas granjas e como parâmetro do ambiente interno foi utilizado o índice de temperatura e umidade (ITU).

A escolha deste índice para caracterização do ambiente interno, ao invés de somente a temperatura de bulbo seco, foi devido ao uso de nebulizadores nos galpões como equipamentos responsáveis pela manutenção do conforto térmico juntamente com os ventiladores/exaustores. Apesar dos exaustores/ventiladores serem os grandes responsáveis pelo consumo elétrico, equipamentos como comedouros automáticos, lâmpadas e motobomba da nebulização, também contabilizam no consumo elétrico (COSTA e LOPES, 2006). Dessa forma, a umidade neste caso, interna, também influenciada pelo acionamento do sistema de nebulização foi levada em conta através do ITU. Os gráficos com respectivas equações de ajuste do modelo são apresentados nas Figuras 94 a 97.



$$\text{Consumo} = 68,2156 - 1,9871 \cdot \text{ITU}$$

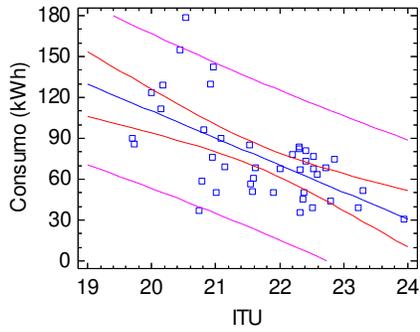
$$r = -0,50$$



$$\text{Consumo} = -12,4552 + 1,89005 \cdot \text{Temp ext}$$

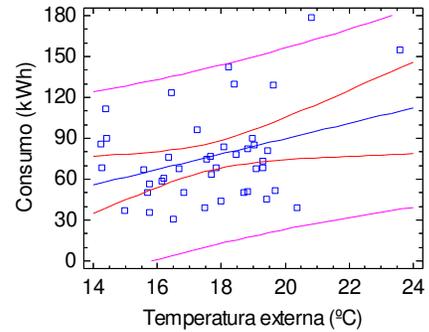
$$r = 0,30$$

Figura 93 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão positiva A.



$$\text{Consumo} = 505,676 - 19,7885 \cdot \text{ITU}$$

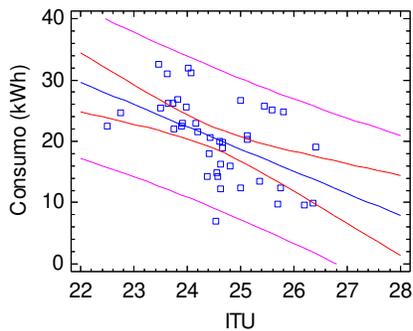
$$r = -0,61$$



$$\text{Consumo} = -23,1437 + 5,64337 \cdot \text{ITU}$$

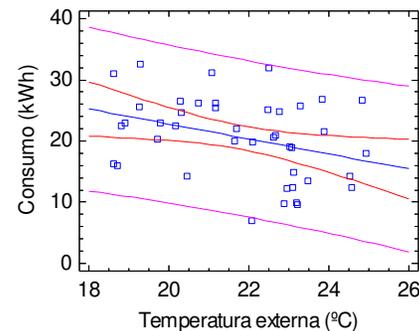
$$r = 0,33$$

Figura 94 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão negativa B.



$$\text{Consumo} = 109,166 - 3,61697 \cdot \text{ITU}$$

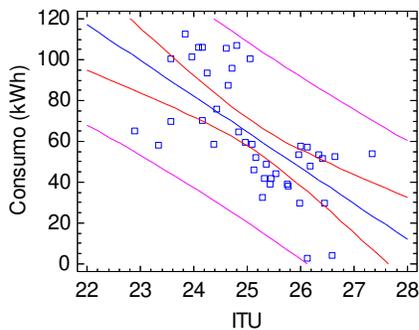
$$r = -0,54$$



$$\text{Consumo} = 47,268 - 1,22412 \cdot \text{Temp ext}$$

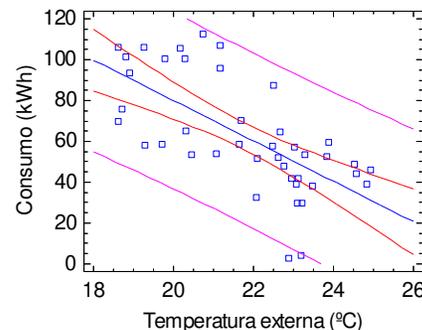
$$r = -0,35$$

Figura 95 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão positiva C.



$$\text{Consumo} = 502,103 - 17,4998 \cdot \text{ITU}$$

$$r = -0,64$$



$$\text{Consumo} = 277,702 - 9,8844 \cdot \text{Temp ext}$$

$$r = -0,66$$

Figura 96 Regressão linear consumo fora da ponta e o índice ITU (a) e Temperatura externa (b) nos galpões de pressão negativa D.

Foi observado que as correlações entre consumo elétrico e o ITU apresentaram-se de forma negativa, com  $r > -0,50$  para todos os galpões indicando uma correlação moderadamente forte entre estas duas variáveis. Isto pode ser explicado inicialmente durante as primeiras semanas, ainda em fase de aquecimento, quando o consumo elétrico é baixo pelos sistemas de climatização ou por não serem utilizados como no caso dos manejos nos galpões de pressão positiva ou então por terem seus ciclos de acionamento reduzidos como nos galpões de pressão negativa. Ao longo das semanas com o acionamento total dos sistemas, o consumo elétrico aumenta, mas uma vez que o sistema foi acionado houve redução do índice ITU. Esse manejo característico na produção de frangos levou ao comportamento inversamente proporcional do índice ITU e do consumo elétrico.

Quanto à correlação da temperatura externa e do consumo, as correlações foram fracas na maioria dos galpões,  $r < 0,50$ , e não apresentaram um padrão, onde nos galpões que foram analisados durante o inverno a relação entre estas duas variáveis fez-se de forma positiva, enquanto para os galpões avaliados durante o período março-abril deu-se de forma negativa.

Acredita-se que as variações na correlação de forma positiva e negativa ocorreram por conta das meias estações nas quais os lotes foram criados, como pode ser observado na Figura 98 que apresenta a variação da temperatura externa diurna e noturna.

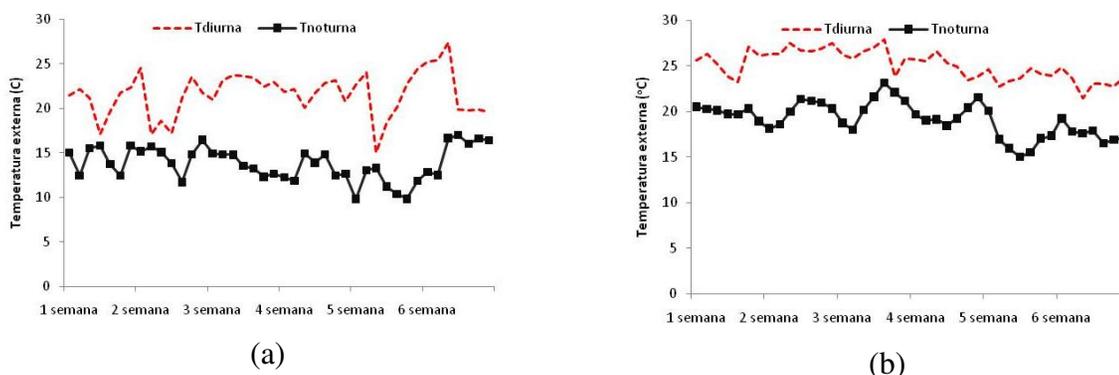


Figura 97 Temperaturas externas médias diárias diurna e noturna obtidas durante o alojamento nos galpões A e B (a) e C e D (b).

Observa-se que a temperatura para os meses de inverno, relativa aos lotes dos galpões A e B tendeu a um aumento de aproximadamente 1,5 °C entre a 1ª e 6ª semana de alojamento. Uma vez que o consumo elétrico tende a aumentar com a idade das aves e neste caso, aqui houve um aumento da temperatura externa no decorrer das semanas, a relação entre as variáveis deu-se de forma positiva.

Quanto à análise do gráfico da temperatura do período de alojamentos nos galpões C e D observa-se que esta tendeu a redução de aproximadamente 2 °C entre a 1ª e 6ª semana do lote. Fato este que levou a correlação inversa entre as duas variáveis.

Esses resultados quanto a correlação da temperatura externa e do consumo elétrico foram em parte diferentes do encontrado por Liang et al (2008), uma vez que os autores encontraram uma forte correlação positiva entre elas. A correlação positiva é esperada, principalmente devido às últimas semanas de alojamento, uma vez que ocorrendo temperatura externa elevada, é necessário o acionamento dos sistemas, sendo uma relação do tipo, maior é a temperatura externa maior é o consumo durante essas semanas.

Diferente do que ocorre no ambiente interno, que quando do acionamento dos sistemas o índice, neste caso, o ITU é reduzido. Essa relação é diferente da do ambiente interno porque o consumo elétrico não influi na temperatura externa, e sim o contrário.

Nas Figuras 99 a 102 é mostrado o comportamento médio diário da demanda de energia, em ambos os sistemas de produção, durante o decorrer dos lotes de criação de frangos de corte.

A demanda representa o consumo de energia dividido pelo tempo adotado na verificação, sendo utilizado para fins de faturamento e considerando-se intervalos de tempo de 15 minutos para cada medição (JACOME, 2009).



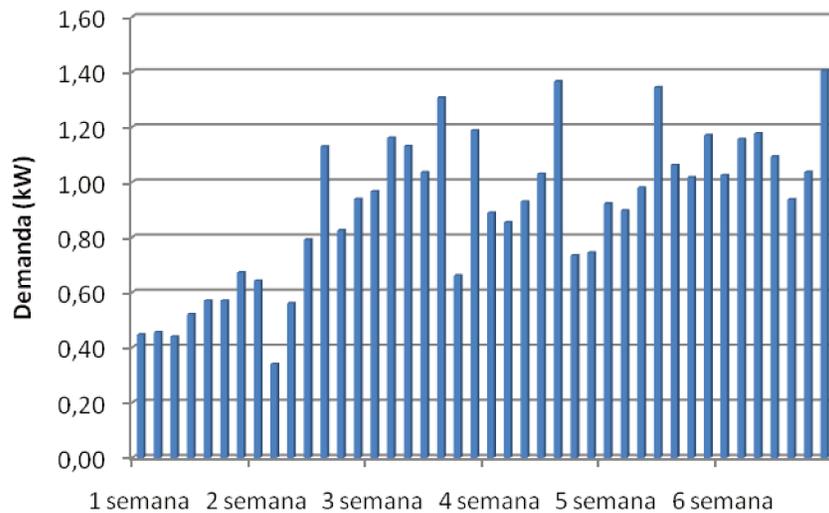


Figura 100 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do avião pressão positiva C.

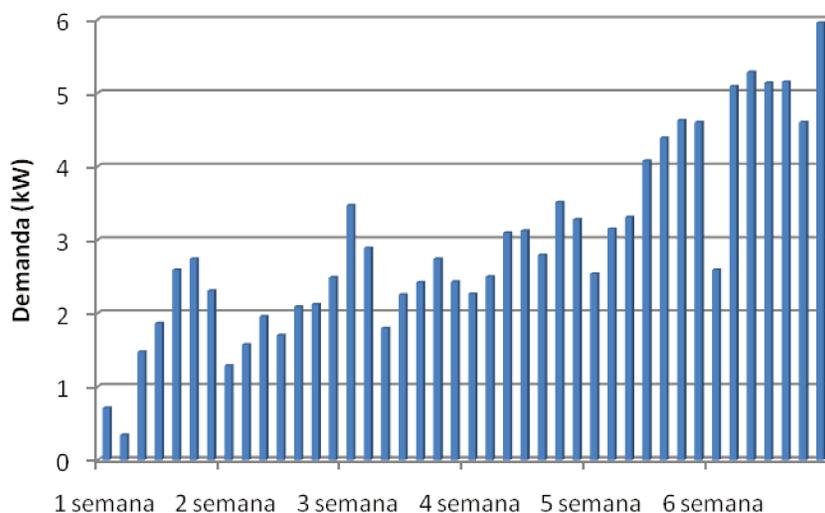


Figura 101 Comportamento da demanda média diária de energia elétrica do avião pressão negativa D.

Conforme era de se esperar, verifica-se pelas Figuras 99 e 102, que as menores demandas ocorreram nos aviários com pressão positiva, o que representou menor consumo e

menor custo. Todavia, seu comportamento nestes aviários varia no decorrer dos lotes analisados.

A demanda máxima registrada no lote é de extrema importância no contexto da estrutura tarifária vigente do contrato de fornecimento de energia elétrica da propriedade com a concessionária distribuidora de energia elétrica (JACOME, 2009).

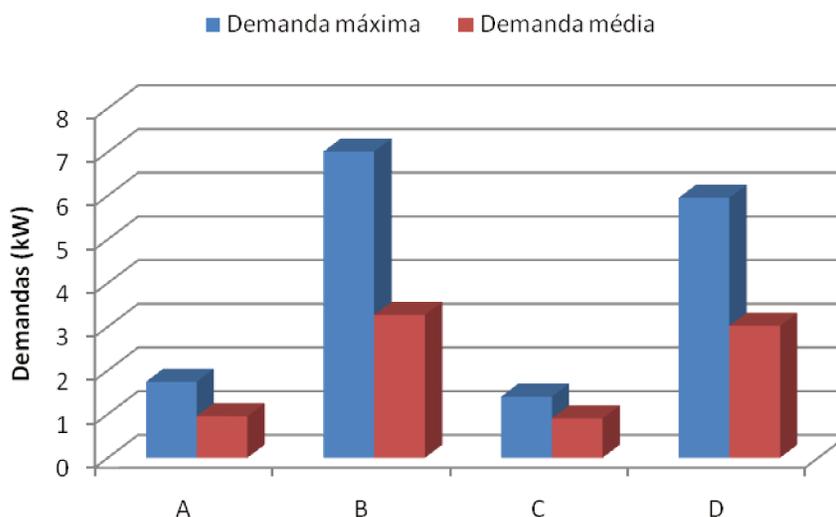


Figura 102 Demanda média diária e máxima registrada dos sistemas de produção

Nota-se que ocorreram variações entre a demanda média diária e a demanda máxima registrada nos aviários de pressão positiva e pressão negativa. A diferença da demanda média entre os galpões de pressão positiva foi que o galpão A foi 5,5% maior que a demanda média de C enquanto nos galpões de pressão negativa, o galpão B foi 8,5% maior que o galpão D. A partir dos baixos valores encontrados nas diferenças de média dentre os sistemas, pode-se concluir e provar através do teste- t de médias que pelos menos dentre os sistemas, a demanda média não apresentou diferenças estatisticamente significativas (p-valor >0,05).

Na comparação entre os sistemas, os aviários com pressão negativa apresentaram demanda, tanto média diária como a máxima registrada no lote de criação, maior que o pressão positiva. O aviário B apresentou pico de demanda máxima registrada 76, 80 e 16% maior que os galpões A, C e D respectivamente. Estas variações no comportamento e os picos de demanda máxima registrada acarretam maiores custos para o produtor em sua conta de luz,

caso o mesmo não tenha uma demanda contratada adequada em relação aos picos encontrados em seu lote de criação como citam Bueno e Rossi (2006) e Rossi (2009).

Com a redução da demanda máxima registrada, o produtor pode solicitar revisão do valor, para baixo, de sua demanda contratada, possibilitando a redução do custo do uso da energia elétrica pela ótica da demanda contratada (JACOME, 2009).

A próxima grandeza elétrica a ser discutida é o fator de potência, este por sua vez indica quanto da potência aparente está transformado em potência ativa e reativa. Quanto maior o fator de potência, maior a quantidade de potência ativa transformada, sendo assim mais eficiente. Como as empresas de fornecimento de energia cobram por potência ativa, para não sobrecarregar sua rede, o fator de potência do consumidor deve ser maior ou igual a 0,92 de acordo com a legislação vigente (BUENO e ROSSI, 2006). O comportamento do fator de potência médio diário dos aviários, com sistemas de climatização diferentes, é observado nas Figuras 104 a 107.

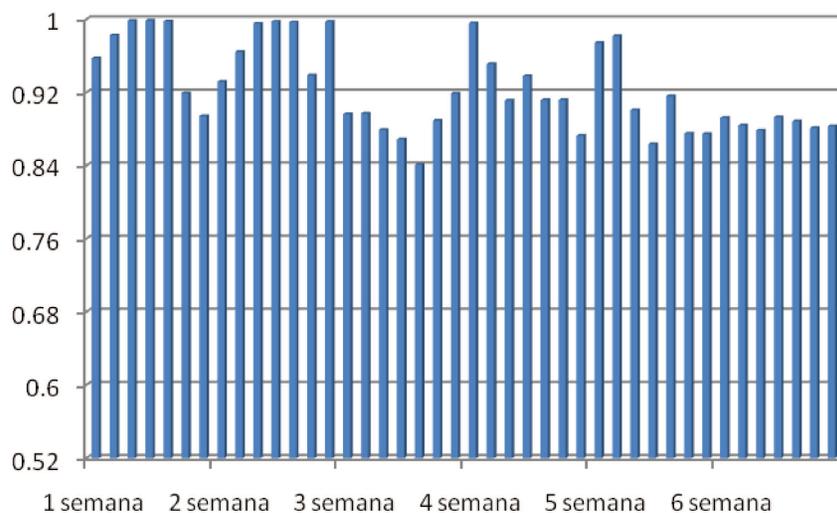


Figura 103 Comportamento fator de potência médio diário do aviário A1 e A2



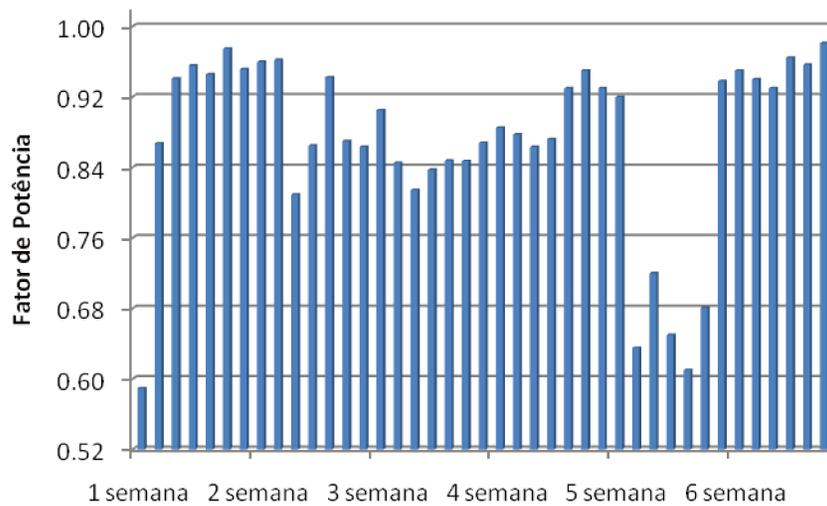
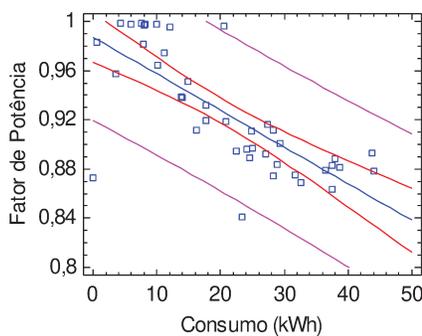


Figura 106 Fator de potência médio diário do sistema pressão negativa (*dark house*) D1 e D2.

Através das Figuras 104 a 107 observou-se que à medida que os motores dos ventiladores e exaustores são acionados, com o intuito de proporcionar conforto térmico às aves, já na fase adulta, com conseqüente aumento de potência instalada, o fator de potência diminui, tanto nos aviários com pressão negativa como no com pressão positiva (convencional).

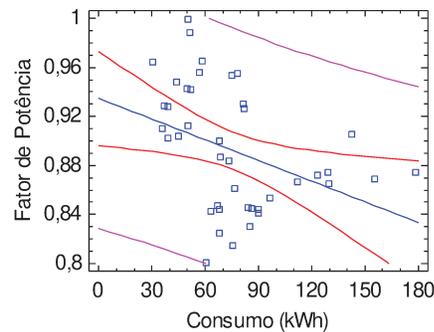
Dessa forma foi realizada uma análise de regressão para averiguação do comportamento do fator de potência em relação ao consumo. Onde o valor de R negativo, mais próximo de 1 corrobora a os indícios de que com o aumento do uso dos sistemas de ventilação houve diminuição do FPt. As equações e os respectivos valores de R são apresentados na Figura 108.



(A)

$$\text{FPt} = 0,987109 - 0,00297577 * \text{Consumo}$$

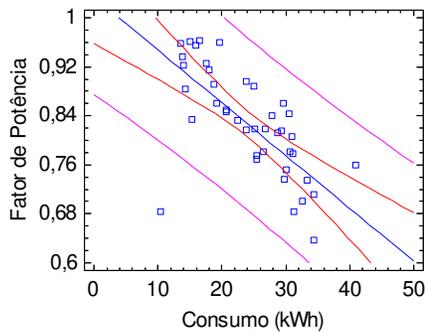
$$R = -0,75$$



(B)

$$\text{FPt} = 0,934543 - 0,000561443 * \text{Consumo}$$

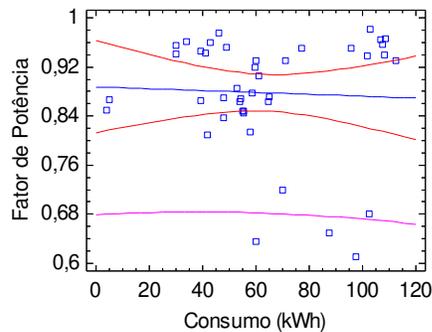
$$R = -0,35$$



(C)

$$\text{FPt} = 1,03341 - 0,00860681 * \text{Consumo}$$

$$R = -0,67$$



(D)

$$\text{FPt} = 0,887576 - 0,000152157 * \text{Consumo}$$

$$R = -0,1$$

Figura 107 Gráfico de regressão linear entre o fator de potencia e consumo total, ambos médios diários nos galpões A, B, C e D.

Através da análise da Figura 108 foi encontrado alto valor negativo de R, mostrando a forte relação inversamente proporcional entre estas duas variáveis apenas nos galpões de pressão negativa A e C. Entretanto, ao se analisar a média do fator de potência, encontrada no decorrer do lote de criação, verifica-se que o aviário com pressão positiva A apresentou valor de 0,92, estando de acordo com a ANEEL e sendo cerca de 4, 11 e 6% maior que os valores médios encontrados nos galpões B, C e D respectivamente.

Os valores médios dos galpões podem ser observados através da Figura 109, onde é constatado que o galpão C apresentou o menor fator de potência, e com isso foi significativo estatisticamente dos demais, enquanto os outros galpões A, B e D não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre suas médias, (p-valor < 0,05).

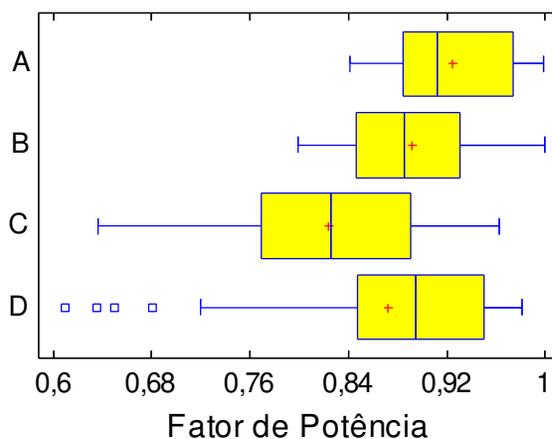
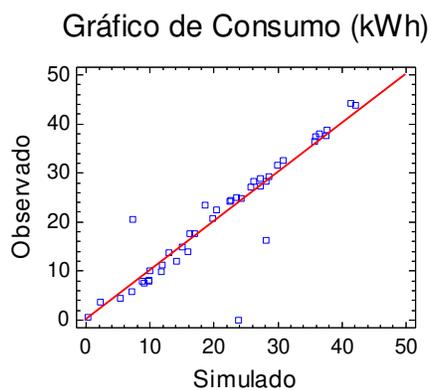


Figura 108 Valores médios do fator de potência comparados através do teste de análise de variância ANOVA.

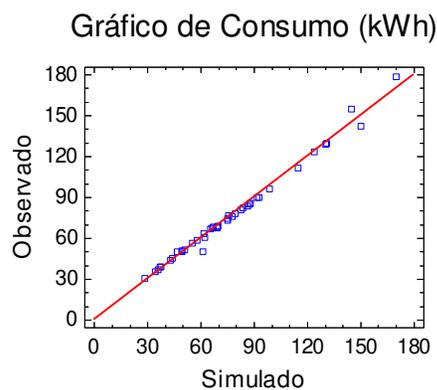
Uma das causas mais comuns do baixo Fator de Potência é devido ao nível de tensão elevado acima do valor nominal. Outros exemplos podem ser citados como no caso de motores que trabalham sem ou com pouca carga em grande parte do seu tempo; ou àqueles super dimensionados; ou a grandes transformadores de força usados para alimentar somente pequenas cargas durante longos períodos, ou mesmo devido à transformadores ligados a vazio (sem carga). As lâmpadas de descarga fluorescentes, vapor de mercúrio e outras também podem ser responsáveis por um baixo fator (CEMIG, 2008).

Em agroindústrias e galpões de criação de frangos de corte é comum encontrar fator de potência abaixo do recomendado pela legislação vigente da ANEEL, que é 0,92; como citado em trabalhos realizados por Bueno e Rossi (2006) e Bueno e Rossi (2008). Para a correção do Fator de Potência podem ser utilizados os capacitores, que são normalmente instalados junto às cargas (kW) elétricas.

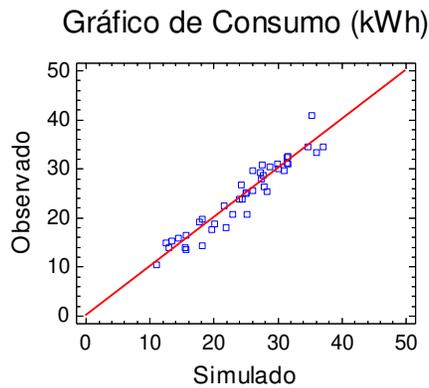
Na Figura 110 são apresentados os resultados da regressão múltipla, tendo como variável dependente o consumo e as demais variáveis demanda e fator de potência (fpt).



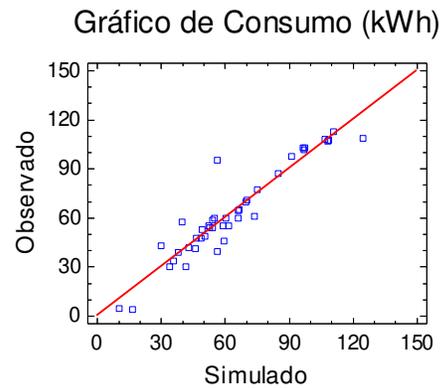
(A)



(B)



(C)



(D)

Figura 109 Análise de Regressão Múltipla entre as variáveis, Consumo, Demanda e fator de potência nos galpões A, B, C e D.

$$\text{Galpão A - Consumo} = -53,2684 + 27,252 * \text{Demanda} + 53,7159 * \text{Fpt} \quad \text{Equação 11}$$

Dado que o p-valor no teste ANOVA é inferior a 0,01, existe relação estatisticamente significativa entre as variáveis para um nível de confiança de 99%. O R-quadrado indica que o modelo explica em 83,60% a variação no consumo. Uma vez que o maior p-valor encontrado foi do FP, p-valor >0,01 é possível considerar a retirada desta variável para simplificação do modelo.

$$\text{Galpão B - Consumo} = 3,09716 + 24,9425 * \text{Demanda} - 9,2479 * \text{Fpt} \quad \text{Equação 12}$$

Dado que o p-valor no teste ANOVA é inferior a 0,01, existe relação estatisticamente significativa entre as variáveis para um nível de confiança de 99%. O R-quadrado indica que o modelo explica em 99,01% a variação no consumo. Uma vez que o maior p-valor encontrado foi do FP, p-valor >0,01 é possível considerar a retirada desta variável para simplificação do modelo.

$$\text{Galpão C - Consumo} = 5,2463 + 24,454 * \text{Demanda} - 3,68062 * \text{Fpt} \quad \text{Equação 13}$$

Dado que o p-valor no teste ANOVA é inferior a 0,01, existe relação estatisticamente significativa entre as variáveis para um nível de confiança de 99%. O R-quadrado indica que o modelo explica em 91,04% a variação no consumo. Uma vez que o maior p-valor encontrado foi do FP, p-valor > 0,01 é possível considerar a retirada desta variável para simplificação do modelo.

$$\text{Galpão D - Consumo} = -0,924992 + 20,2841 * \text{Demanda} + 4,84796 * \text{Fpt} \quad \text{Equação 14}$$

Dado que o p-valor no teste ANOVA é inferior a 0,01, existe relação estatisticamente significativa entre as variáveis para um nível de confiança de 99%. O R-quadrado indica que o modelo explica em 88,74% a variação no consumo. Uma vez que o maior p-valor encontrado foi do FP, p-valor >0,01 é possível considerar a retirada desta variável para simplificação do modelo.

Uma vez que a demanda está relacionada ao consumo dividido pelo tempo de registro, aqui 15 minutos, foi demonstrada a alta correlação destas duas variáveis, enquanto que o fator de potencia para todos os galpões, não se mostrou correlacionado ao consumo. Sendo assim possivelmente retirado do modelo, tendo somente a previsão do consumo com base na demanda.

Os indicadores de eficiência energética, como o Fator de Carga e o Consumo Específico (kWh/kg de frango de corte), para cada sistema de produção, são mostrados na Tabela 32.

Tabela 32 Indicadores de eficiência energética

SISTEMA	FATOR DE CARGA	CONSUMO ESPECÍFICO (kWh/ave)
A	0,254	0,069
B	0,424	0,109
C	0,283	0,052
D	0,322	0,080

Pode ser observado pela Tabela 32, que os galpões de pressão negativa tiveram maior fator carga. Isto indica que o uso deste tipo de tecnologia que propicia um alojamento maior de frangos tem um melhor uso de energia, já que neste aviário é agregada uma produção maior no final de cada lote e quanto maior o fator de carga menor o custo da energia usada. Estes resultados estão de acordo com os descritos por Bueno e Rossi (2006) que salientam que o fator de carga encontrados em aviários, com diferentes tecnologias de climatização, ainda são baixos, indicando que há espaço para racionalização do uso da energia, pois este fator pode atingir valores melhores, desde que adotadas algumas soluções de operação de carga. Isto não é de imediato que se possa implantar, pois depende de ajustes que tem que ser feitos no manejo de produção. Os resultados encontrados por estes autores estão de acordo com o encontrado neste estudo, pois, os valores de Fator de Carga para ambos os sistemas de criação, estão baixos, já que este indicador varia de 0 a 1, como pode ser visto na Tabela 32.

Nota-se que no setor agropecuário há deficiência no uso da energia elétrica. Isto pode ser verificado através de estudos realizados por Sarubbi (2005); Bueno e Rossi (2006); Bueno (2008); Jacome (2009) que encontraram índices de eficiência energética deficientes na cadeia avícola e suinícola. Assim, os resultados obtidos nestes estudos corroboram com as deste trabalho, de que cada avicultor deve procurar medir os seus próprios consumos específicos e identificar os meios de otimizá-los.

O Consumo Específico encontrado nos sistemas de pressão negativa também foi maior que o do sistema de pressão positiva (Tabela 32). Os aviários com pressão negativa, sendo totalmente automatizados, contêm motores com maior potência instalada, o que conseqüentemente aumenta o consumo de energia elétrica. Entretanto neste sistema a produção de quilogramas de carne de frango chega a ser 50% maior que o aviário convencional, o que indica um melhor custo-benefício e maior valor agregado.

Bueno e Rossi (2006) encontraram consumo específico, tanto por kWh/frango produzido como por kWh/quilograma de carne de frango produzido, maiores para sistema de produção tipo pressão negativa quando comparado a sistema de produção convencional, nos cinco lotes analisados. Relatam que este resultado já era esperado, devido à maior potência dos motores responsáveis pelos equipamentos de climatização do sistema pressão negativa, e o maior tempo de funcionamento dos mesmos. Em relação ao Fator de Carga, o sistema de pressão positiva apresentou na média, valores semelhantes ao sistema pressão negativa,

indicando que no galpão com alta densidade de animais há um melhor uso da energia, já que neste galpão é agregada uma produção maior no final de cada lote e quanto maior o fator de carga menor o custo de energia usada.

Ferreira e Turco (2003) encontraram para sistemas de produção de frangos de corte tipo convencional, com baixa densidade, valores de 0,12 e 0,20 kWh/frango produzido, para a estação do ano inverno e verão respectivamente. Segundo os autores esta diferença encontrada no consumo específico ocorreu devido ao fato de que no inverno os equipamentos elétricos (ventiladores, iluminação e comedouros) funcionaram em um menor tempo e os nebulizadores não funcionaram.

Sarubbi (2005) estudando salas comerciais de criação de suínos (S1=dois ventiladores antigos com acionamento automático; S2 = dois ventiladores novos com acionamento automatizado e S3= 1 ventilador antigo com acionamento manual), verificou que a sala S3 apresentou menor consumo específico, de 0,006 kWh/quilograma de carne de suíno produzida. As salas restantes, no estudo deste primeiro lote, apresentaram valores idênticos de 0,014 kWh/quilograma de carne de suíno produzida. Com relação ao Fator de Carga, S2 e S1 apresentaram os maiores e, portanto, melhores valores (0,391 e 0,392 respectivamente) quando comparados a S3 (0,243), o que indica que suas cargas elétricas foram utilizadas mais racionalmente ao longo do tempo. Este indicador foi menor nesta sala, provavelmente em virtude da concentração de consumo de energia elétrica em um curto período de tempo, o que determina uma demanda elevada.

Vários estudos realizados (SARUBBI, 2005; BUENO e ROSSI, 2006; BUENO, 2008; JACOME, 2009) demonstram que medidas de eficiência energéticas devem ser implantadas no meio rural, corroborando com os resultados encontrados neste estudo.

## **5.8 Incidência de problemas locomotores - Prevalência de Gait Score**

Para melhor visualização dos dados cabe esclarecer que os aviários climatizados com “pressão negativa” são os galpões B e D. Já os climatizados com “pressão positiva” os galpões A e C.

Nas Tabelas 33 e 34 é apresentada a incidência de problemas de pernas, nas quatro últimas semanas de criação, nos sistemas de criação pressão positiva e pressão negativa. Os resultados também foram comparados através do teste de Tuckey com nível de significância

de 95%, relativos aos galpões de pressão positiva e negativa e quanto a idade das aves.

Tabela 33 Incidência de problemas de pernas no sistema com pressão positiva

<b>PREVALÊNCIA DE DIFICULDADE EM CAMINHAR (%)</b>				
<b>Idade (dias)</b>	<b>A</b>	<b>Desvio Padrão (±)</b>	<b>C</b>	<b>Desvio Padrão (±)</b>
21	27,0a	1,4	24,0a	2,8
28	36,0a	2,8	33,0a	1,4
35	45,0a	9,9	67,0a	1,4
42	85,0a	1,4	88,0a	2,83

Médias com letras diferentes a horizontal: diferença significativa (5%)

Tabela 34 Incidência de problemas de pernas no sistema com pressão negativa

<b>PREVALÊNCIA DE DIFICULDADE EM CAMINHAR (%)</b>				
<b>Idade (dias)</b>	<b>B</b>	<b>Desvio Padrão (±)</b>	<b>D</b>	<b>Desvio Padrão (±)</b>
21	26,0a	2,89	28,0a	2,8
28	44,0a	5,7	47,0a	1,4
35	59,0a	1,4	66,0a	5,7
42	86,0a	2,8	94,0a	2,8

Médias com letras diferentes a horizontal: diferença significativa (5%)

Os dois sistemas de climatização por pressão negativa apresentaram médias semelhantes quanto à dificuldade em caminhar dos frangos de corte, nas diferentes idades analisadas. O mesmo resultado pode ser verificado na comparação de médias feita em ambos os sistemas pressão positiva (Tabela 42). A semelhança estatística entre os sistemas de pressão positiva, e entre os climatizados por pressão negativa possibilitou a análise conjunta, com maior amostragem de aves, individualmente para cada tipo tecnologia de sistema.

A comparação das médias, da incidência de dificuldade em caminhar, entre os sistemas pressão positiva e pressão negativa é mostrada na Tabela 35. Já a evolução média no caminhar por idade é ilustrada na Figura 111, em ambos os sistemas de produção.

Tabela 35 Incidência de problemas de pernas entre o sistema pressão positiva e pressão negativa

<b>INCIDÊNCIA DE DIFICULDADE AO CAMINHAR (%)</b>				
<b>Sistema de Produção</b>				
<b>Idade (dias)</b>	<b>Pressão positiva</b>	<b>Desvio Padrão(±)</b>	<b>Pressão Negativa</b>	<b>Desvio Padrão (±)</b>
21	25,5a	2,5	27,0a	2,6
28	34,5a	2,5	45,5b	3,8
35	56,0a	14,0	62,5a	5,3
42	86,5a	2,5	90,0a	5,2

Médias com letras diferentes a horizontal: diferença significativa (5%)

Nota-se que, com exceção aos 28 dias de idade dos frangos, não se observou diferença significativa, na prevalência de dificuldade em caminhar entre os sistemas de criação, com suas respectivas baixa e alta densidade. Isto indica que mesmo com uma maior densidade animal, o sistema com pressão negativa propiciou ambiente adequado para as aves, apesar da sua maior densidade de alojamento. Todavia, em um estudo desenvolvido por Sørensen et al (2000), em criação de frangos de corte, foram encontradas menor prevalência de distúrbios locomotores em criações com menor densidade animal.

Aos 28 dias de idade, as aves da linhagem genética analisada têm um maior arranque de peso, que aliado a práticas de manejo de produção e ao arraçamento, de responsabilidade do produtor, pode ter tido influência na diferença estatística encontrada nesta fase, e atuando como coadjuvante no crescimento e desenvolvimento ósseo anormal (COOK, 2000; OLIVEIRA et al.,2006). Skinner-Noble e Teeter (2009) em avaliações de indicadores de bem estar, entre eles o *gait score*, demonstraram que na proporção que as aves ganham peso, esta medida tende a ser pior.

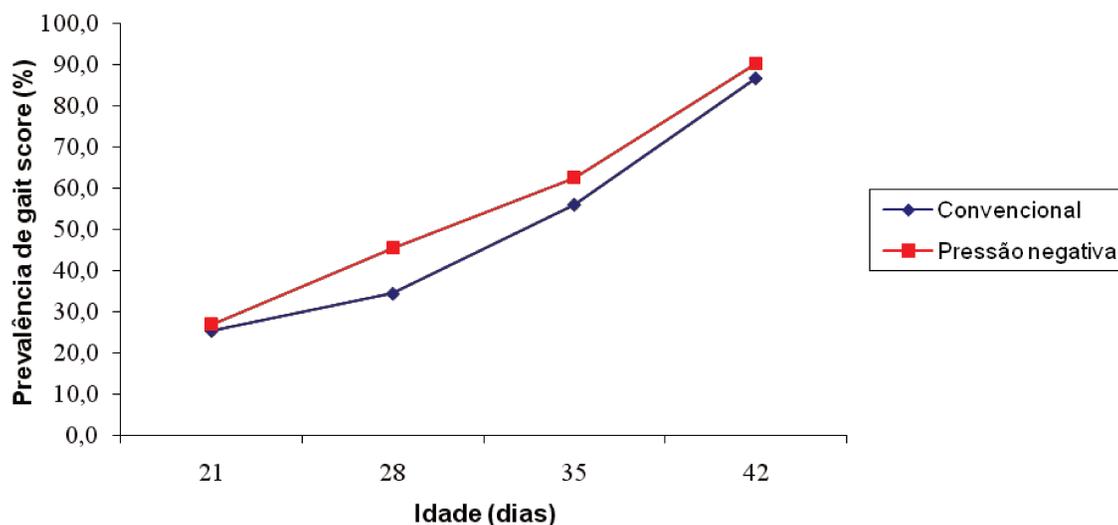


Figura 110 Evolução na dificuldade em caminhar dos frangos de corte.

Pela Figura 111 fica claro que, à medida que os frangos crescem e conseqüentemente ganham peso, a dificuldade em caminhar aumenta. Observa-se que os distúrbios de perna, nos sistemas de criação, tiveram um substancial aumento entre as semanas analisadas. Em média, nota-se nos dois sistemas, que da terceira para quarta semana, houve um aumento de mais de 26%. Ao observar a diferença entre a primeira semana com a quinta e sexta semana de criação verifica-se que a dificuldade em caminhar aumentou cerca de 50 e 70% respectivamente.

Segundo Julian (2005) no que diz respeito às anormalidades do sistema ósseo dos frangos, a rápida taxa de crescimento resulta em um aumento na carga no esqueleto, ainda imaturo, que provavelmente contribuí para uma maior incidência de distúrbios de pernas. A literatura científica descreve uma correlação alta entre taxa de crescimento elevada nos frangos de corte associada com distúrbios locomotores (RATH et al., 2000; GARNER et al., 2002; SANOTRA et al., 2002).

Esta relação entre ganho de peso e incidência de distúrbios de perna também foi verificada por Brickett et al. (2007) ao realizar um estudo com interação de diferentes dietas nutricionais, sistema de luz e densidade animal. Como resultado observou que frangos machos apresentaram *gait score* mais alto quando comparados com fêmeas, sendo um dos fatores que influenciaram a melhor conformação dos machos.

Skinner-Noble e Teeter (2009) conduziram um estudo para avaliar indicadores de bem estar dos frangos e sua relação com *gait score*. Verificaram que as aves com *gait score* 2 e 3 tiveram resultados semelhantes para ganho de peso e conversão alimentar. Entretanto, notaram que os frangos que apresentaram *gait score* 3 apresentaram maior rendimento de peito quando comparados aos frangos com *gait score* 2. Esta conformação de peito aliada a diferentes proporções de medidas efetuadas na carcaça obteve alta correlação com *gait score* alto. Perceberam que os frangos com melhor conformação física e rendimento de carcaça e peito tem seu centro de gravidade modificado e assim, adequam seu equilíbrio durante o caminhar. Relataram também que quanto mais alto o *gait score* mais o comportamento alimentar do frango era reduzido.

### **Intensidade luminosa e incidência de problemas locomotores - Prevalência de *Gait Score***

Na criação de frangos de corte industrial moderna, a intensidade luminosa tende a ser diminuída e controlada, como pode ser verificado em sistemas de produção tipo *dark house* e *blue house*. Entretanto algumas pesquisas indicam que o fornecimento de maior intensidade luminosa pode trazer benefícios à saúde e manter os frangos o mais próximo de seu comportamento natural. Desta forma, foram analisadas as faces norte e sul, dos sistemas de criação, visando observar se a intensidade luminosa interfere na incidência de distúrbios de pernas nos frangos de corte. Na Tabela 36 é apresentada a incidência de problemas de pernas, entre as faces dos aviários.

Tabela 36 Incidência de problemas de pernas entre as faces norte e sul dos sistemas de produção

<b>INCIDÊNCIA DE PROBLEMAS LOCOMOTORES (%)</b>				
<b>Aviários</b>	<b>Faces</b>			
	<b>Norte</b>	<b>DP (±)</b>	<b>Sul</b>	<b>DP (±)</b>
A	49,5 <sup>a</sup>	25,6	47,0 <sup>a</sup>	26,6
B	52,0 <sup>a</sup>	25,9	55,5 <sup>a</sup>	25,0
C	52,5 <sup>a</sup>	31,3	53,5 <sup>a</sup>	28,3
D	59,0 <sup>a</sup>	27,9	58,5 <sup>a</sup>	28,7

Médias com letras diferentes a horizontal: diferença significativa (5%)

Observando a Tabela 36, nota-se que não há diferença significativa entre as extremidades norte e sul, para cada tecnologia dos sistemas de produção, em relação à incidência de distúrbios de pernas. Esta semelhança indica que as diferentes intensidades luminosas encontradas no interior destes aviários não foram fatores coadjuvantes na incidência de *gait score* acima de 0.

Resultado similar foi encontrado por Blatchford et al. (2009) que não verificou correlação entre intensidade luminosa e *gait score*. Todavia os frangos criados a 5 lux apresentaram menor atividade quando comparados aos criados com 50 e 200 lux. Apesar da baixa luminosidade utilizada nos sistemas de pressão negativa, não se observou aqui a redução do *gait score* em relação aos galpões de pressão positiva

Estímulos luminosos afetam a intensidade da atividade das aves, entretanto o isolamento do efeito da luz sobre a atividade locomotora é um fator difícil de isolar (PHILLIPS, 1992). Skinner-Noble e Teeter (2009) conduziram um estudo para verificar fatores potenciais na incidência de *gait score* 2 e 3. Relataram que o principal fator foi a alta taxa de crescimento e ganho de peso, que obriga a ave a se adequar para manter sua biodinâmica durante a locomoção.

A Tabela 37 apresenta o coeficiente de correlação de Pearson para iluminância, em lux, e a incidência de problemas de pernas (percentagem de *gait score* acima de 0), de cada sistema de criação de frangos de corte, com seus distintos sistemas de produção (convencional e *blue house*).

Tabela 37 Coeficiente de correlação de Pearson para iluminância e a incidência de problemas de pernas

<b>INCIDÊNCIA DE PROBLEMAS LOCOMOTORES (%)</b>		
<b>Sistema de Produção</b>		
<b>Idade (dias)</b>	<b>Pressão Positiva</b>	<b>Pressão Negativa</b>
21	0,42	0,00
28	0,98	-0,46
35	-0,77	-0,33
42	-0,34	0,00

Nos sistema com pressão positiva, Tabela 37, verifica-se que na terceira e quarta semana de criação, a correlação da luminosidade com a incidência de distúrbios de pernas foi positiva, sendo considerada moderada e alta respectivamente. Entretanto nas duas últimas semanas encontrou-se correlação negativa alta, para as mesmas variáveis. A variabilidade luminosa encontrada neste sistema pode ter mascarado o efeito da luz sobre as aves. Entretanto a semelhança estatística, nas extremidades dos galpões, quanto a distúrbios de locomoção, demonstram que é difícil estabelecer uma relação entre a intensidade luminosa e problemas locomotores como relata Phillips (1992).

A menor variabilidade da luminosidade encontrada no sistema com pressão negativa pode ser responsável pelas correlações baixas a moderadas encontradas apenas na quarta e quinta semana de criação.

O que fica claro neste trabalho é que à medida que as aves ganham peso aumenta-se a incidência de problemas locomotores (relatado na Figura 41). Entretanto, sabe-se que a intensidade luminosa leva a ave a ser mais ativa e a se alimentar com maior frequência (GORDON, 1994; BUYSE et al., 1996; DOWS et al., 2006). Portanto a intensidade luminosa deve ser considerada um fator coadjuvante, no comportamento e conseqüentemente na incidência de distúrbios locomotores. Entretanto, como relata Bessei (2005) é necessário mais estudos sobre esta relação, pois os resultados encontrados ainda são inconsistentes.

Quanto à incidência de calo de pata de acordo com o sistema de ventilação. A Figura 112 apresenta o valor médio encontrado por sistema. O interesse pela avaliação da saúde das patas é baseado nas questões de mercado, onde atualmente a demanda por pés de frangos em importadores asiáticos fez com que houvesse o aumento dos preços e a necessidade na oferta de pés de frango de qualidade que fez com que esta parte do frango se tornasse de rentável valor econômico perdendo somente para o peito e as asas (SHEPHERD e FAIRCHILD, 2010). Com isso a ocorrência de pododermatites é atualmente usada como um parâmetro de auditoria em avaliações do bem-estar animal na produção de aves na Europa e nos Estados Unidos (NATIONAL CHICKEN COUNCIL, 2010).

No campo, diversos escores são usados para classificar o grau da lesão, onde podem ser estipulados escores de 0 a 2 (BILGILI et al., 2006; DEFRA, 2009) e de 0 a 3 como o utilizado por Martrenchar et al. (2002), sendo que todos estes escores são realizados através da averiguação visual da integridade do tecido do coxim plantar, além de ser levada em

consideração o tamanho da lesão encontrada. Independente da escala utilizada sempre os maiores valores estão em decorrência das lesões mais severas.

Apesar de ter sido considerado o escore de 0 a 3, os únicos valores encontrados de incidência foram os escores 1 a 2. Os resultados percentuais são mostrados na Figura 112.

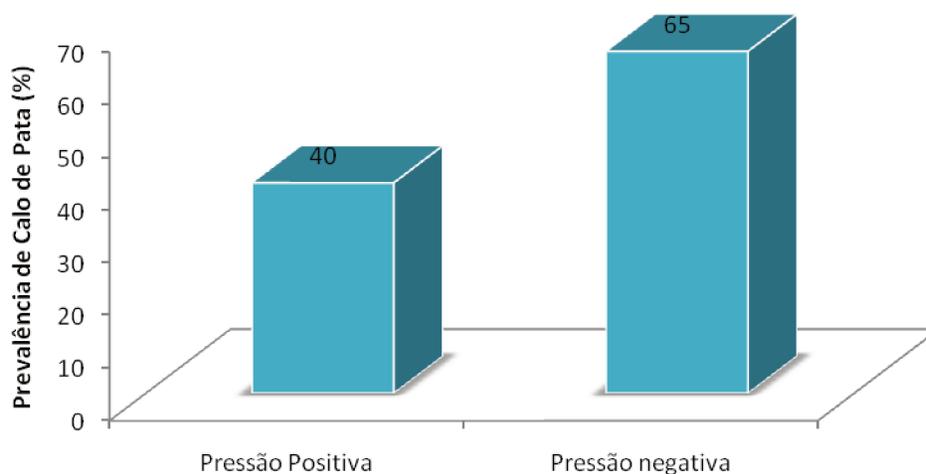


Figura 111 Prevalência total de calo de pata nos sistemas de pressão positiva e negativa

Os dados foram analisados de forma representativa dos dois sistemas de ventilação pressão positiva e pressão negativa, sendo utilizada 1% da população de aves como amostra de cada galpão. Pela análise da Figura 112 foi possível observar que o sistema de pressão negativa apresentou maior incidência percentual de calo de pata significando que no sistema de pressão positiva apenas 40% dos 1% das aves avaliadas apresentaram calo de pata independente do grau da lesão enquanto o sistema de pressão negativa apresentou 65% das aves amostradas com algum tipo de lesão no coxim plantar.

Estes valores médios de 40 a 65% de incidência, estão próximos dos encontrados por Santos et al. (2002) onde no seu estudo avaliando a ocorrência de lesões podais através da coleta de material em abatedouros e em granjas encontraram lesões variando de 20 a 80% dos animais nas diversas faixas etárias. Ainda de acordo com os citados autores a cronologia das lesões de calo da pata sugere um processo inicialmente inflamatório associado à resposta proliferativa secundária do componente epidermal/juncional, que progride para ulceração das áreas de atrito, com sobreposição de infecção bacteriana secundária.

Também Pagazaurtundua e Warriss (2006) em seu estudo avaliando cinco diferentes tipos sistemas de criação de aves, encontraram a mais baixa prevalência de pododermatites (9,6%) nos sistemas com certificação de bem-estar de acordo com o RSPCA e a mais alta prevalência (98,1%) e severidade foi encontrada nos sistemas de criação orgânica. Os autores enfatizam que estes resultados demonstram a grande variação da ocorrência de lesões de patas em aves em virtude das condições de criação, por isso em avaliação do bem-estar precisa ser levado em conta o tipo de sistema utilizado.

A maior ocorrência de calos de pata nos sistemas de pressão negativa pode estar atrelada a sua maior densidade populacional, onde alguns estudos relatam que a maior incidência deste parâmetro ocorre em galpões com alta densidade. De acordo com Dawkins et al. (2004) os problemas locomotores são intensificados nos casos de alojamentos com densidades acima de 42 kg m<sup>-2</sup>. Para Buijjs et al. (2009) os efeitos negativos da densidade só são estabelecidos acima de 56 kg m<sup>-2</sup>.

As condições 1 e 2 das lesões também foram analisadas através dos seus valores médios encontrados por quadrante nos galpões de pressão positiva e negativa, para isso foi inicialmente realizada um teste ANOVA com quatro variáveis assim classificadas: PPCP1 – pressão positiva e calo de pata na condição 1; PPCP2 – pressão positiva e calo de pata na condição 2; PNCP1 - pressão negativa e calo de pata na condição 1; PNCP2 - pressão negativa e calo de pata na condição 2. O p-valor encontrado no teste F foi inferior a 0,05 o que indica que há uma diferença estatística significativa entre as variáveis a um intervalo de confiança de 95%. Para identificação de quais valores seriam diferentes entre si, foi feito o teste comparativo de pares de médias, LSD. Os resultados são apresentados na Tabela 38.

Tabela 38 Resultado do Teste LSD para prevalência das condições 1 e 2 de calo de pata nos sistemas de pressão positiva e negativa

<b>Contraste</b>	<b>Diferenças</b>	<b>+/- Limites</b>
PNCP1 - PNCP2	*5,5	3,8
PNCP1 - PPCP1	2,7	3,8
PNCP1 - PPCP2	*7,5	3,8
PNCP2 - PPCP1	-2,8	3,8
PNCP2 - PPCP2	2,0	3,8
PPCP1 - PPCP2	*4,8	3,8

\*Denota diferença estatística

Observa-se que as condições 1 e 2 dentro dos sistemas apresentaram diferenças significativas em comparação aos quadrantes, onde também nestas áreas prevaleceu a maior ocorrência da condição 1 em relação a 2. Já as condições 1 e 2 entre os sistemas não apresentaram diferenças significativas, isto pode estar relacionada aos quadrantes que não apresentaram nenhuma ocorrência nos galpões de pressão positiva o que fez com que reduzisse o valor médio na condição 1 não havendo portanto diferença entre esta e a condição 2 no sistema de pressão negativa. A visualização da ocorrência de calo de pata por quadrante é mostrada nas Figuras 113 e 114.

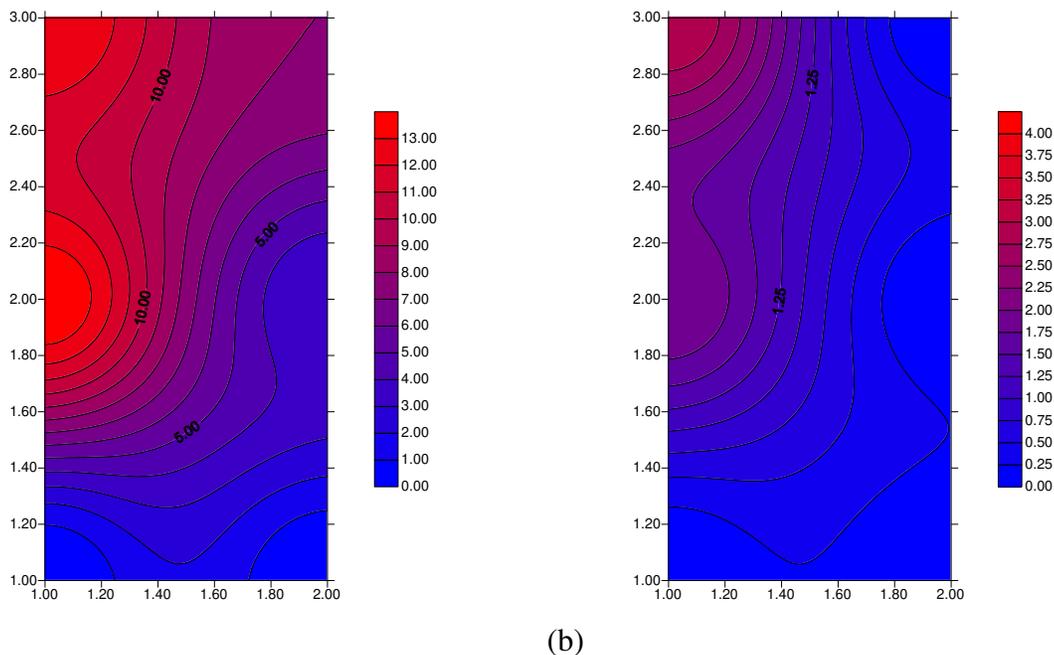
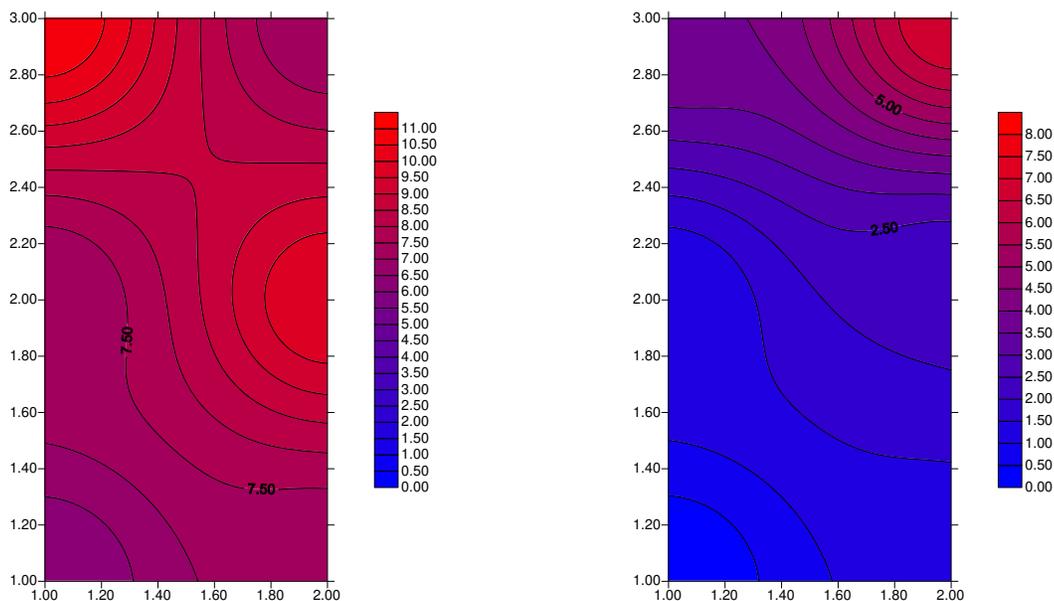


Figura 112 Distribuição espacial da ocorrência de calo de pata em sistema de pressão positiva na condição 1 (a) e na condição 2 (b).

Através do gráfico foi possível observar que a ocorrência da condição 2 nos galpões de pressão positiva só foi encontrada nos quadrantes com maior ocorrência 1, os quadrantes 3 e 5. Este parâmetro é verdadeiro no que tange a evolução dos processos inflamatórios. Uma vez que se em uma área há prevalência de determinada patologia é possível que a população expresse níveis similares da evolução desta enfermidade.

Segundo Eichner et al. (2007) a evolução da condição 1 à condição 2 pode ser descrita como uma lesão inicialmente escura, associada a lesões médias que podem desaparecer quando retirada a pele de revestimento desta área nas plantas processadoras evoluindo até ulcerações severas que causam inflamação e deixam a camada interna ainda vermelha após o seu processamento, onde nestes casos severos estão frequentemente associadas a *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* sendo encontradas na cama de frango.



(a)

(b)

Figura 113 Distribuição espacial da ocorrência de calo de pata em sistema de pressão negativa na condição 1 (a) e na condição 2 (b).

Não ficou claro a prevalência de calos de patas na condição 1 nos quadrantes próximos ao exaustores, sendo que a distribuição desta condição com exceção dos primeiros quadrantes deu-se de forma similar ao longo do galpão. Uma vez que estas áreas foram as que apresentaram maior concentração de amônia no sistema de pressão negativa, esperava-se por conta disto maior ocorrência justamente nessas extremidades. Mas quanto à condição 2, de maior severidade, esta associação pode ser levada em conta, uma vez que a sua maior ocorrência deu-se nestas localidades. Estudos revelam que áreas próximas aos exaustores são áreas com elevada temperatura, baixa umidade e alta concentração de gases, como  $\text{NH}_3$  (MIRAGLIOTTA, 2005; CARVALHO, 2007; LIMA et al., 2009; CARVALHO, 2010).

Associação entre concentração de gases e calos de pata pode ser visto em Nagaraj et al. (2007) que conduziram experimento sobre o uso de sulfato de sódio para redução do pH em cama de frangos como parâmetro de melhoria da qualidade da cama e encontraram como resultado a redução em 10% da incidência de pododermatites através de práticas de controle de volatilização da amônia.

Outro parâmetro relacionado à cama é quanto à umidade da cama discutido em Mayne (2005) que constatou que as aves que passam mais tempo sobre a cama úmida estarão mais predispostas as pododermatites, uma vez que a umidade excessiva do coxim plantar torna esta área mais sensível à condição cáustica do substrato da cama de frango.

Devido à influência de diversas variáveis pertinentes a cama de frango e ao ambiente de alojamento, um estudo em conjunto de todos estes parâmetros comumente utilizados em avaliações de incidência de pododermatites juntamente com o *gait score* seria viável. A escolha do *gait score* como variável dá-se também por este ser um parâmetro de avaliação do sistema locomotor. De acordo Bilgili et al. (2009) as lesões de pata são na maioria das vezes superficiais em sua natureza, mas podem resultar em desconforto e dor à ave quando transformadas em úlceras profundas, o que poderia levar a alterações no caminhar destas aves.

Estudos revelam que as aves são capazes de sentir dor (McGEOWN, 1999; DANBURRY, 2000). Segundo Nääs et al. (2009) devido a esta capacidade de sentir dor há com isso a necessidade de minimizar sua incidência através de prevenção e/ou tratamento. Com o intuito de verificar a dificuldade de locomoção em detrimento da dor, os autores utilizaram a administração via oral de analgésicos para comparar a capacidade locomotora das aves antes e depois do medicamento encontrando que parâmetro *gait score* foi reduzido após a ingestão de analgésico.

A análise de componentes principais foi realizada objetivando comparar alguns dos diversos parâmetros citados em literatura como fatores de impacto na incidência de calo de pata, assim como avaliar a existência da associação do *gait score* com esta variável no presente estudo. Desta forma a análise foi realizada de forma isolada em cada sistema. Os resultados são apresentados nas figuras 115 e 116.

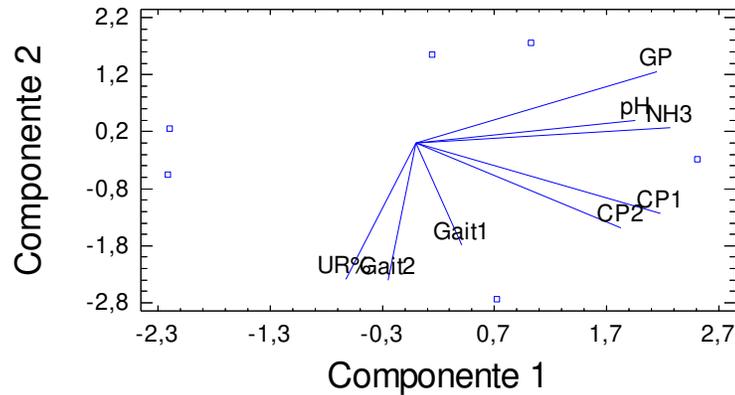


Figura 114 Análise de componentes principais para a duas condições de calo de pata no sistema de pressão positiva

Na figura 115 é possível perceber que as maiores associações ocorreram entre o calo de pata na condição 1 e a concentração de amônia com associações positivas e correlação acima de 0,7 indicando que estas variáveis apresentaram-se fortemente correlacionadas.

Ainda analisando o calo de pata na condição 1, as demais variáveis que apresentaram uma moderada correlação, acima de 0,5, com esta condição, foram o ganho de peso e a e o pH da cama.

Já a condição 2 teve uma correlação de 0,73 com o *gait score 1*, dessa forma seria possível se concluir que somente uma lesão de severidade 2 ou acima desta, conforme a escala de pontuação utilizada, pode influenciar no caminhar das aves a ponto de gerar um escore para claudicação. As variáveis com moderada correlação com esta condição foram a concentração de NH<sub>3</sub> e também o pH da cama.

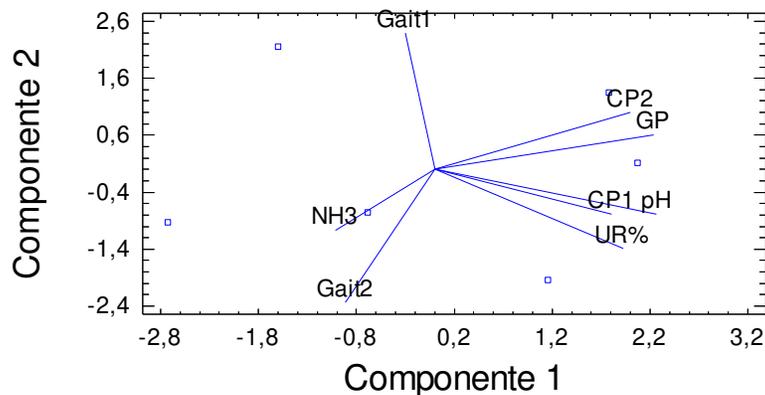


Figura 115 Análise de componentes principais para a duas condições de calo de pata no sistema de pressão negativa.

No sistema de pressão negativa para a condição 1 de calo de pata foi observada uma alta correlação com o pH da cama e com a umidade da cama. Já a única correlação alta para a condição foi com o ganho de peso. Ainda nestes sistemas não foram observadas correlações entre a concentração de NH<sub>3</sub> e nem mesmo com nenhum nível de *gait score*. Também Kristensen et al. (2000) avaliando a performance e pernas de frangos de corte criados em diferentes intensidades de luz não encontraram correlações entre calo de pata e *gait score*.

Esta variabilidade das correlações entre calo de pata e demais variáveis demonstra a necessidade de mais dados para aferição do comportamento destas entre si.

## **5.9 Dados de Mortalidade**

A análise dos dados de mortalidade faz parte da avaliação de bem-estar animal, pois segundo a União Européia, (2007), uma produção é certificada quanto às questões de bem-estar desde que sejam aplicadas as boas práticas de manejo juntamente com a obtenção de baixas taxas de mortalidade.

Na Figura 117 é apresentada a taxa de mortalidade dada em porcentagem por galpão, onde é possível observar que nos galpões que tiveram seus dados coletados no verão apresentaram os maiores valores médios para a primeira semana de alojamento. De acordo com Yassin et al. (2009) diversos são os fatores que afetam o desempenho dos frangos nos seus primeiros dias de vida, dentre eles estão a própria qualidade do pintinho entregue a granja, o manejo do primeiro dia e o ambiente térmico do galpão.

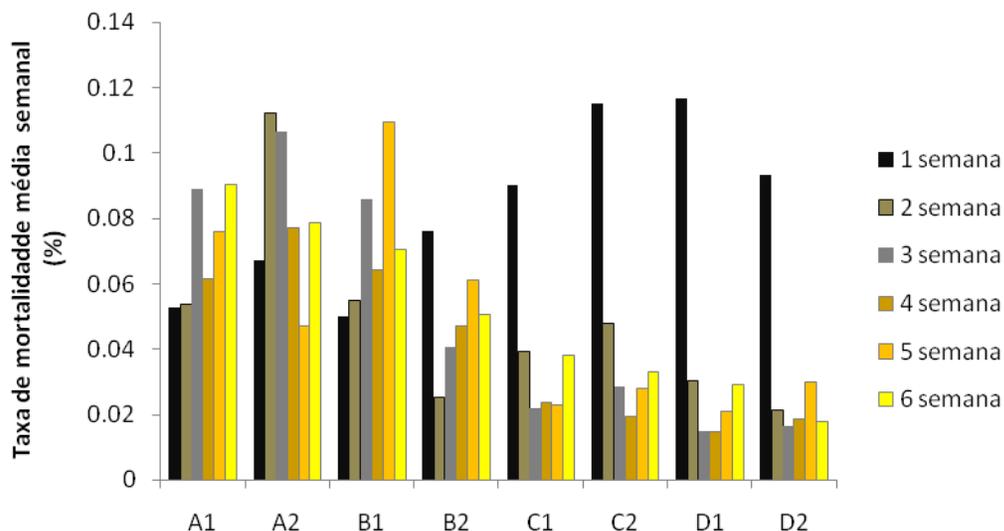


Figura 116 Dados médios de mortalidade (%) por semana em cada galpão

Analisando-se por estação do ano, para primeira semana não foi observada a influência do sistema de ventilação sobre a taxa de mortalidade. Diferente do encontrado por Chou et al. (2004) que encontraram as menores taxas de mortalidade na primeira semana de alojamento em galpões com manejo cortinas (1,30%) do que em galpões de pressão negativa (1,42%).

A taxa de mortalidade para primeira semana é de grande importância na avaliação de uma granja, pois esta pode servir de indicador de desempenho do lote durante o período de criação, onde a capacidade de um pintinho sobreviver a sua primeira semana de alojamento está diretamente relacionada à qualidade do seu 1º dia de vida (GOODHOPE, 1991). Em contra partida a qualidade do pintinho depende de alguns fatores como, da genética da matriz, sua idade, peso do ovo, condições de incubação, tais como temperatura, umidade, gases e altitude (DECUYPERE et al., 2001; TONA et al., 2005; DECUYPERE e BRUGGEMAN, 2007).

Segundo Yassin et al. (2009) a taxa de mortalidade também é utilizada como parâmetro de eficiência de uma granja, onde aumentos de produtividade através do maior alojamento são seriam permitidos àquelas granjas em que a sua taxa de mortalidade cumulativa em pelo menos sete lotes consecutivos fosse menor que 1%.

Dessa forma, neste estudo também foram realizadas avaliações da taxa de mortalidade total semanal. Os dados são apresentados no gráfico da Figura 118.

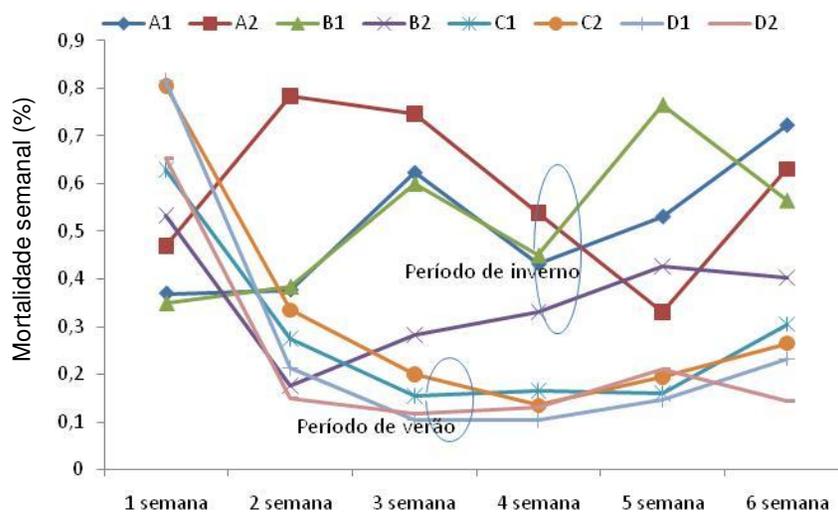


Figura 117. Dados de mortalidade total (%) por semana em cada galpão.

Apesar dos dados serem significativos quando comparados por semana entre os galpões, nenhum destes apresentou taxa de mortalidade total maior que 1% em nenhuma das semanas. Heier et al. (2002), avaliando a mortalidade cumulativa em galpões de frangos obtiveram durante a primeira semana uma taxa de 1,54 e enquanto nas demais semanas se manteve a 0,48.

A influência da época do ano sobre a mortalidade foi também estudada em Imaeda (2000) que afirmou que síndromes de morte súbita tem maior ocorrência no verão associadas à alta densidade (18 aves  $m^{-2}$ ). Enquanto que outras síndromes metabólicas, como a ascite tem sido descrita associada a sua maior ocorrência às épocas frias. Segundo Rosário (2004) como a síndrome ascítica tem seu início de desenvolvimento entre 7 e 21 dias de idade geralmente, o pico da ascite aparece entre a terceira e a quinta semana de idade das aves. Uma vez que nesse estudo não foram medidos parâmetros anatômicos nem histopatológicos não pode ser, portanto, afirmado que a maior mortalidade para o período de frio esteve em decorrência de algum tipo de síndrome.

Quanto às densidades que nesse estudo foram de 12 a 16 aves  $m^{-2}$  não foi encontrada significância entre a mortalidade dos galpões de baixa densidade, pressão positiva, com os galpões de alta densidade, pressão negativa.

De maneira geral, para avaliação da mortalidade do lotes durante o seu período de estudo, foi realizado o teste ANOVA para avaliação das médias, onde o resultado do p-valor esteve  $<0,05$  o que caracterizou diferença estatística entre os galpões a um intervalo de confiança a 95% . O resultado pode ser visualizado na figura 119.

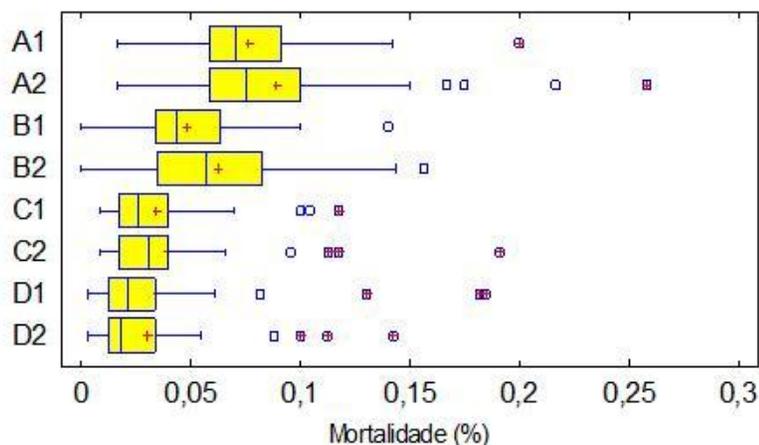


Figura 118 Gráfico comparativo de médias entre os dados percentuais de mortalidade em todos os galpões.

Mais uma vez, é possível perceber que os galpões A e B apresentaram maiores taxas de mortalidade, provavelmente devido ao alojamento das aves ter ocorrido durante o inverno, onde é sempre muito difícil o controle da renovação do ar através da ventilação mínima, mas apesar de terem sido estatisticamente significativas comparadas com as médias dos outros galpões ainda assim, não prejudicaram a produtividade do lote uma vez que a taxa de mortalidade esteve abaixo de 1%.

## 6. CONCLUSÕES

- Os galpões de pressão positiva apresentaram maior oscilação em suas variáveis climáticas, causando variação nos seus ambientes térmicos. A alta variabilidade nesses galpões ocorreu por conta do manejo de cortinas, e também pelo baixo isolamento térmico destes galpões.
- Os galpões de pressão negativa por apresentaram seus sistemas de ventilação operantes durante quase todo o ciclo, não apresentaram variações quanto ao seu ambiente térmico, o que fez com que não se observasse alta correlação entre suas variáveis, com exceção das áreas de entrada de ar devido à presença de *padcoolings* o que faz com que a umidade seja alta e a temperatura mais baixa nessas áreas, apresentando assim, alta correlação negativa.
- Os dados de concentração de CO<sub>2</sub> apresentaram-se distintos entre os sistemas. Os galpões que tiveram seus dados coletados durante o inverno, A e B com cama reutilizada apresentaram as mais altas concentrações de CO<sub>2</sub>.
- Quanto às concentrações médias de NH<sub>3</sub>, a maioria dos galpões, apresentou-se abaixo do preconizado em literatura. Os galpões de pressão negativa apresentaram os maiores valores médios de concentração. A distribuição espacial da concentração da NH<sub>3</sub>, assim como do CO<sub>2</sub> não apresentou um padrão para os galpões de pressão positiva, enquanto que para os de pressão negativa as maiores taxas foram nas áreas próximas aos exaustores.
- Os dados relativos à condição da cama apresentaram-se dentro do esperado com pH alcalino sendo estatisticamente diferentes em comparação com os sistemas de ventilação independente da condição da cama.

- A umidade média da cama mostrou-se abaixo dos 40% para todos os galpões. Quando da análise por material de cama a cama de maravalha apresentou maior umidade, sendo estaticamente significativa. Não foi encontrada correlação da umidade com a emissão de  $\text{NH}_3$  pela cama.
- A temperatura de superfície de cama foi sempre maior no sistema de pressão negativa independente da época do ano. As temperaturas internas da cama foram maiores nos galpões com cama reutilizada. Tanto a TIC quanto o pH foram correlacionadas emissão de  $\text{NH}_3$  pela cama.
- A emissão de  $\text{CO}_2$  foi crescente com a idade do lote, em consequência da maior taxa de ventilação usada nas ultimas semanas. A maior emissão de  $\text{CO}_2$  foi observada em todos os sistemas durante os horários das 09h:00min e 16h:00min. Os galpões de pressão negativa e cama reutilizada apresentaram maior emissão. Não foi observado nenhum padrão de correlação da emissão de  $\text{CO}_2$  com as variáveis climáticas
- As taxas de emissão de amônia apresentaram-se de forma crescente com a idade das aves, sendo as maiores taxas encontradas no sistema de pressão negativa. Dentre os sistemas, os galpões com pressão positiva e cama reutilizada apresentaram maiores emissões médias por aves. Dentre os galpões de pressão negativa, não houve diferença significativa entre os galpões com cama nova e reutilizada, uma vez que existiu a compensação da alta concentração na baixa ventilação e vice-versa.
- O sistema que mais consumiu energia elétrica foi o com pressão negativa. O consumo de energia foi crescente com a idade do lote em função do acionamento dos sistemas de climatização. Foram encontradas correlações moderadamente fortes entre o consumo e o índice de temperatura e umidade ITU. Os menores fatores de potencia foram encontrados nos galpões C e D. Os galpões com pressão negativa apresentaram maior fator de carga.
- Os dois sistemas de climatização por pressão negativa apresentaram médias semelhantes quanto à incidência de problemas locomotores. À medida que os frangos crescem e consequentemente ganham peso e a dificuldade em caminhar aumenta. A ocorrência de calos de pata foi maior nos sistemas de pressão negativa. No sistema de pressão positiva foi encontrada uma correlação positiva entre calo de pata e gait score, mas o mesmo não

foi observado no sistema de pressão negativa. Sendo somente o pH da cama altamente correlacionado em ambos os sistemas.

- Os dados de mortalidade não apresentaram diferenças entre sistemas, mas sim entre época do ano, onde os sistemas que tiveram dados coletados no inverno tiveram mortalidade mais elevada. Apesar disto ambos os sistemas estiveram com a taxa de mortalidade abaixo do preconizado por suas integradoras, 1%.

## **7. CONCLUSÃO GERAL**

Pelos achados aqui encontrados relativos aos parâmetros de ambiente térmico, qualidade da cama, emissão de gases, consumo elétrico, problemas locomotores e mortalidade, foi observado que os galpões com sistemas de pressão negativa apresentaram os maiores valores médios o que nos levaria a concluir que o referido sistema não seria ideal a produção de frangos. Mas, uma vez que esses dados apesar de comparativamente maiores não foram acima dos limites estabelecidos em literatura para nenhum dos parâmetros e considerando a sua maior capacidade de alojamento que o sistema de pressão positiva. Considera-se que o sistema é viável em termos de lucratividade tendo em vista a sua maior capacidade de alojamento. Mas quanto às questões de bem-estar ainda precisa ser mais estudado e comparado na busca de se quantificar de forma mais precisa essas medidas, uma vez que qualidade em bem-estar pode não estar associada à maior produtividade se esta estiver apenas em função do maior número de indivíduos alojados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. **Maximização dos sistemas de ventilação na avicultura.** Concórdia: EMBRAPA, CNPSA, 2005. 15p.

ABREU, P.G. **Sistemas de Produção de Frangos de Corte.** EMBRAPA. CNPSA. ISSN 1678-8850, versão eletrônica. Jan/ 2003. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaoFrangodeCorte/Ventila-verao-i.html>. Acesso em 18/01/2007.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.; COLDEBELLA, A.; PAIVA, D. P.; JAENISCH, F. R. F. Influência da cortina e do programa de luz no desempenho produtivo de frangos de corte e no consumo de energia elétrica. Concórdia-SC , 2006. EMBRAPA SUÍNOS E AVES, Comunicado Técnico 437, ISSN 0100-8862, 4p

ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants.** ASAE Textbook, St. Joseph, MI, 1990 453p.

AL-NASSER, A. et al. Overview of chicken taxonomy and domestication. **World's Poultry Science Journal**, v. 63, n. 2, p. 285-300, 2007.

ANISUZZAMAN, M.; CHOWDHURY, S.D. Use of four types of litter for rearing broilers. **British Poultry Science**, v.37, n.3, p.541-545, 1996.

ARADAS, M.E.C., NAAS, I.A., SALGADO, D.A. Comparing the thermal environment in broiler houses using two bird densities under tropical conditions. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal of Scientific Research and development.** BC 03017, vol.VII, March, 2005.

ARAUJO, W. O. **Análise de Componente Principais (PCA)** Technical Report – RT MSTMA\_003-09 – Relatório Técnico May - 2009 - Maio

ASAE. Design of ventilation systems for poultry and livestock shelters, EP270.5. **ASAE Standards** 1998, p.590-607. ASAE, St. Joseph, MI. 1998.

ATAPATTU N. S. B. M.; SENARATNA, D.; BERPAGODAGAMAGE, U. D. Comparison of Ammonia Emission Rates from Three Types of Broiler Litters. 2008 **Poultry Science** 87:2436–2440.

AVILA, V.S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E.A.P. **Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante**. Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1992. 38p. (Circular Técnica, 16).

AVILA, V.S. **Boas Práticas de Produção de Frangos**, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007, 28p. (Embrapa Suínos e Aves. Circular técnica 51).

AVILA, V.S.; et al. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2008.

BAIÃO, N.C. Quando o ambiente fica muito carregado. **Revista Aves e Ovos**, Jan, p.20-22, 1996.

BARNWELL, R.; ROSSI, A. Maximização da performance em períodos quentes. **Avicultura Industrial**, v.11, p.72-80, 2003. <<http://www.aviculturaindustrial.com.br>> Acesso em 10/11/2006.

BECKER, G.J. and GRAVES, R.E. **Ammonia Emissions and Animal Agriculture**. 2004. Disponível em <http://www.age.psu.edu/extension/airemissions/Ammonia%20101-5.pdf> . Acessado em 06/01/2007.

BESSEI, W. Welfare of meat producing poultry-an overview. **Animal Science Paper and Reports**, v. 23, n. 11, p. 205-216, 2005.

BICHARA, T. Blue-house: a penumbra que produz mais. **Aveworld**, 2008. Disponível em:<<http://www.aveworld.com.br/index.php/documento/4179>>. Acesso em: 22 de julho de 2009.

BILGILI, S. F. et al. 2006. Influence of age and sex on footpad quality and yield in broiler chickens reared on low and high density diets. **J. Appl. Poult. Res.** 15:433–441.

BILGILI, S. F. et al.. 2009. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res.** 18:583–589.

BLAKE, J.P. and HESS, J.B, 2001 **Litter Treatments for Poultry 3**. ECP, 3M, New April 2001, ANR-1199.

- BLANES, V., PEDERSEN, S., (2005). Ventilation flow in pig houses measured and calculated by carbon dioxide, moisture and heat balance equations. **Biosyst. Eng.** 92, 483–493.
- BLATCHFORD et al. The effect of light intensity on the behavior, eye and leg health, and immune function of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 88, p. 20-28, 2009.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, set-out, 2003.
- BOTTCHER, G.D., JACOB, J.P. and MATHER, F.B. **Common Poultry Diseases**. Fact Sheets PS-47 University of Florida May 1999.
- BRACKE, M. B. M.; METZ, J. H. M.; DIJKHUIZEN, A. A.; SPRUIJT, B. M. Development of a decision support system for assessing farm animal welfare in relation a husbandry system: strategy and prototype. **J. Agric. Environ. Ethics** 14, p.321-337. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise da qualidade e produtividade**. Brasília: [s.n], 1992.
- BREWER, S.K. and COSTELLO, T.A. In situ measurement of ammonia volatilization from broiler litter using an enclosed air chamber. **Transaction of ASAE**, Vol. 42(5). 1999. p.1415-1422.
- BRICKETT, K. E. et al. The impact of nutrient density, feed form and photoperiod on the walking ability and skeletal quality of broiler chickens. **Poultry Science**, v. 86, p. 2117-2125, 2007.
- BUIJS et al. Stocking density effects on broiler welfare: Identifying sensitive ranges for different indicators. 2009 **Poultry Science** 88 :1536–1543.
- BUENO, L.G.F. **Estudo de um frigorífico de abate de frangos enfatizando aspectos relacionados à energia elétrica**. 2008. 111 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- BUENO, L. G. F.; ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 497-504, 2006.
- BUENO, L. G. F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frango de corte**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

- BURNS, R., H. et al. 2007. **Tyson broiler ammonia emission monitoring project**: Final Report to Tyson Foods. pp. 37.
- BUYSE, et al. Effect of intermittent lighting, light intensity and source on the performance and welfare of broilers. **World's Poultry Science Journal**, v. 52, p. 121-130, 1996.
- BYRNE et al. **The potential for solar electric applications for delaware's poultry farms – Final Report**. Center for Energy and Environmental Policy University of Delaware. 2005. 30p
- CAMPO, J. L.; DÁVILA, S. G. Changes in heterophils to lymphocyte ratios of heat-stressed chickens in response to dietary supplementation of several related stress agents, **European Poultry Science**, v. 66, p. 80-84, 2002.
- CAMPOS. A. T. et al. **Zoneamento bioclimatológico da região Sudeste do Brasil para prognóstico na produção de leite e na taxa de concepção de vacas Holandesas em função do Índice de Temperatura e Umidade**. Embrapa Gado de Leite, 2004. Disponível em <http://www.cnpgl.embrapa.br> Acesso em 16 de março de 2009.
- CARVALHO, T M. R. **Influência da ventilação mínima no ambiente térmico e aéreo na fase de aquecimento para frangos de corte**. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
- CARVALHO, L. E.; OLIVEIRA, S. M. P.; TURCO; S. H. N. Utilização da Nebulização e Ventilação Forçada sobre o Desempenho e a Temperatura da Pele de Suínos na Fase de Terminação **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.1486-1491, 2004.
- CARVALHO, T M. R. et al. **Avaliação do microclima gerado pela ventilação mínima em aviários de frangos de corte em fase de aquecimento**. Avisite, 2007. Disponível em <http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=114>. Acessado em 03q03/2008.
- CASEY, K. D. 2005. **The determination of ammonia emissions from mechanically ventilated poultry houses, an examination of the issues involved**. MS Thesis Lexington, KY.
- CAYUELA, M. L. et al. Nitrous oxide and carbon dioxide emissions during initial decomposition of animal by-products applied as fertilizers to soils. **Geoderma** 157 (2010) 235–242.

CEMIG – COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Estudo de otimização energética no setor avícola**. Belo Horizonte: Departamento de Utilização de Energia, p. 26, 1996.

CHEPETE, H. J.; XIN. H. 2004. Heat and moisture production of poultry and their housing systems: Molting layers. **Transactions of the ASHRAE**.

CHEPETE, H.J; CHIMBOMBI, E; TSHEKO, R. Production performance and temperature-humidity index of Cobb 500 broiler reared in open-side naturally ventilated houses in Botswana. In: ASAE Annual Meeting. **Proceedings...ASAE Annual Meeting**. Beijing, China, 2005.

CHOU, C. C.; JIANG D. D.; HUNG Y. P.. 2004. Risk factors for cumulative mortality in broiler chicken flocks in the first week of life in Taiwan. **Br. Poult. Sci.** 45:573–577.

CIGR – COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL - CIGR. **Aerial environment in animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings**. Dublin, 1994. 116 p.

CIGR - COMMISSION INTERNATIONALE DU GÉNIE RURAL – CIGR. **Climatization of animal houses**. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1989 (2nd Report of Working Group).

COBB. **Cobb 500 management manual 2008 revision**. 2008.

COENEN, M. et al. Effect of different housing conditions (stocking density) on performance of broilers and the composition of litter. **Deutscher Tierärztliche - wochenschrift**, 103(3):79-83, ref. 13. (CD-Rom - CAB Abstracts 1996-4/98).

COOK, M. E. Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction. **Poultry Science**, v. 79, p. 982-984, 2000.

CORDEIRO, A.F.S. **Avaliação de problemas locomotores em frangos de corte utilizando diferentes metodologias de gait score** 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

CORDEIRO A. F. S.; NÄÄS, I. A.; SALGADO, D. D. Field Evaluation of Broiler Gait Score Using Different Sampling Methods. **Rev. Bras. Cienc. Avic. [online]**. 2009, vol.11, n.3, pp. 149-154.

COSTA, H. S.; LOPES, T. P. de M. Q. Análise energética de aviários localizados no sertão do Pajeú Pernambucano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO. **Anais...**, Brasília: V CBPE, 2006. 12p.

COSTA, M.S.S. de M. et al. Compostagem de Resíduos da Indústria de Desfibrilação de Algodão. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 540-548, 2005.

COUFAL, C. D. et al. 2006. Nitrogen emissions from broilers measured by mass balance over eighteen consecutive flocks. *Poult. Sci.* 85:384–391.

CUNNINGHAM, D. L. (2003). Cash Flow Estimates for Contract Broiler Production in Georgia: A 20-Year Analysis. **Bulletin 1228**: March 2003. Georgia Extension Publication Services. Available at: <http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/pubcd/B1228.htm>

CZARICK, M.; FAIRCHILD, B. **Carbon Monoxide Measuring and Monitoring** In. Poultry Housing Tips, v.19 n.3. 2007. 4p.

CZARICK, M. **The Best Performing Tunnel Fans – 2005**. In. Poultry Housing Tips, v.18 n.5. 2006. 4p.

CZARICK, M.; LACY, M.P. **Exhaust Fans Performance Factors**. In. Poultry Housing Tips, v.11 n.3. 1999. 3p.

DANBURY, T. C. et al. 2000. Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Vet. Rec.* 146:307–311.

DAWKINS, M. S.; DONNELLY, C. A.; JONES, T. A. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **NATURE**, vol 427, p. 22 Jan. 2004.

DECUYPERE, E.; BRUGGEMAN, V. 2007. The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. **Poult. Sci.** 86:1037–1042

DEFRA - DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. **Meat Chickens and Breeding Chickens**. Code of recommendations for the welfare of livestock, PB7275. 2002.

DEFRA – DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. **Foot pad dermatitis in poultry**. 2p. 2010

DEMMERS, T.G.M., et al. Ammonia emissions from two mechanically ventilated UK livestock buildings. **Atmosp. Environ.** 33 (2), 1999, p.217–227.

DOWNS, et al. The effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, v. 15, p. 406-416, 2006.

DUQUEZA, M. C. 1996. **Evaluation of nitrogen bioavailability indices for poultry wastes**. MS Thesis. Auburn University, AL.

EICHNER, G., et al. 2007. Litter moisture and footpad dermatitis as affected by diets formulated on an all-vegetable basis or having the inclusion of poultry by-product. **J. Appl. Poult. Res.** 16:344–350.

ELETRÓBRÁS/PROCEL, **Manual de tarifação da energia elétrica**. 1a. Edição. Rio de Janeiro. Eletrobrás/PROCEL, 2001.

ELWINGER, K., SVENSSON, L., Effect of dietary protein content, litter and drinker type on ammonia emission from broiler houses. **J. Agric. Eng. Res.** 64, 1996, p.197–208.

ELWINGER, K. et al. L. Effect of antibiotic growth promoters and anticoccidials on growth of *Clostridium perfringens* in the caeca and on performance of broiler chickens. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.39, p.433-441. 1998.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Tabela de Composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. Documentos, Número 19. 1991. p.30.

ENERGIA: à espera da média móvel. **REVISTA GLOBO RURAL**. ed. 190, ag. 2001. Disponível em <<http://globorural.globo.com/barra.asp?d=/edic/190/giro.htm>> Acesso em: 15 Fev. 2009.

FAIRCHILD, B. D. et al. Ammonia concentrations downstream of broiler operations. **J. Appl. Poult. Res.** 18 (2009):630–639.

FARIA, F. F. et al. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, v.38 n.9, 2008.

FERGUSON, N.S., et al. The effect of dietary crude protein on growth, ammonia concentration and litter composition in broilers. **Poultry Science** 77, (1998), p.1481–1487.

FERNANDES, F.C.; FURLANETO, A. Risco biológico em aviários **Rev. Bras. Med. Trab.**, Belo Horizonte. Vol. 2 No. 2 p.140-152. abr-jun. 2004.

FERNANDES FILHO, J.; QUEIROZ, A. M. **Transformações recentes na avicultura de corte brasileira: o caso do modelo de integração**, 2003. 13p.

FERREIRA, H. C. Sistema de integração de aves como modelo de produção para acesso de pequenos e médios produtores. In. VII SEMINÁRIO DE AVES E SUÍNOS – AveSui-Regiões 2007, 2007, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte MG, 2007. p.82-86.

FERREIRA, L.F.S.A.; TURCO, E.P. Avaliação do consumo e custo de energia elétrica em galpão para criação de frangos de corte, em dois ciclos de criação. In: 3 ENCONTRO DE ENERGIA ELÉTRICA NO MEIO RURAL – AGRENER 2003, 2003, Campinas. **Anais...**, Campinas SP, 2003. CD ROM.

FIORENTIN, L. processos de tratamento para a reutilização de cama de aviário: Aspectos bacteriológicos. In. CONFERÊNCIA APINCO, 2006, Santos. **Anais...**, Campinas: FACTA, 2006, 358p. p. 17-24.

FRANÇA, L.R., SOUZA, J.G., MORAES, V.M.B. Comparação de dois modelos de produção de frangos de corte **Arch. Zootec.** 56 (215): 2007. p.359-362.

FURLAN, R.L. **Influência da temperatura na produção de Frangos de corte.** In. VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. Chapecó, SC. 2006. p. 104-135. Disponível em <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?ids=Sn6l70p1l&area=41>>. Acesso em: 12/12/2006.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento **Rev. bras. eng. Agríc. Ambiente.** v.7. n.3, Campina Grande set/dez. 2003.

GAO et al. Integration of CO<sub>2</sub> and odorant signals in the mouse olfactory bulb. **Neuroscience** 170 (2010) 881–892.

GARCIA, L. A. F. e FERREIRA FILHO, J. B. S. Economias de escala na produção de frangos de corte no Brasil. **RER**, Rio de Janeiro, vol. 43, nº 03, 2005. p. 465-483.

GATES, R.S., et al., U.S. broiler housing ammonia emissions inventory. **Atmospheric Environment** 42 (2008), 3342-3350.

GATES, R. S., et al. 2009. Building emissions uncertainty estimates. **Trans. ASABE** 52(4): 1345- 1351.

GERRITZEN, M. et al. (2006). A note on behaviour of poultry exposed to increasing carbon dioxide concentrations, **Appl. Anim. Behav. Sci.** v.108, 2006, p179-185.

GIROTTO, A. F. ; ÁVILA, V. S. **Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 326).

- GOODHOPE, R. G. 1991. First week broiler mortality – Influence on production. In: Second Western Meeting of Poultry Clinicians and Pathologists. **Proceedings...** Second Western Meeting of Poultry Clinicians and Pathologists, 1991.
- GONZALES, E.; MACARI, M. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. In: BERCHIERI JR, A.; MACARI, M. **Doenças das Aves**. Campinas: FACTA, 2000. Cap. 9, p.451-464.
- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. **Anais....** Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.
- GORDON, S. H. Effects of daylength and increasing daylength programmes on broiler welfare and performance. **World's Poultry. Science Journal**, v. 50, p 269-282, 1994.
- GRAVE, K.; KALDHUSDAL, M.C.; KRUSE, H.; HARR, L.M.; FLATLANDSMO, K. What has happened in Norway after the ban of avoparcin? Consumption of antimicrobials by poultry. **Preventive Veterinary Medicine**, v.62, p.59-72. 2004
- GROOT KOERKAMP, P.W.G et al. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.79-95, 1998.
- GUIZIOU, F.; BÉLINE, F. In situ measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from broiler houses in France. **Bioresource Technology** v.96 (2005) p.203–207.
- HILLEL, J. et al. Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools. **Genetics, Selection, Evolution** v. 35, (2003), p. 533-557.
- HINZ, T.; LINKE, S. A Comprehensive Experimental Study of Aerial Pollutants in and Emissions from Livestock Buildings. Part 1: Methods. **J. agric. Engng Res.** (1998) 70, 111-118.
- HINZ, T.; LINKE, S. A Comprehensive Experimental Study of Aerial Pollutants in and Emissions from Livestock Buildings. Part 2: Results. **J. agric. Engng Res.** (1998) 70, 111-118.
- HYNST, J. et al. (2007). High fluxes but different patterns of nitrous oxide and carbon dioxide emissions from soil in a cattle overwintering area. **Agriculture, Ecosystems and Environment** v.120 (2007) p.269–279.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, BR. **Glossário**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/informacoes/glossario/glossario.html>. Acesso em: 27/01/2005

IPPC BREF (2003) **Reference Document on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs (June 2003) including (Pierson 1999)** “Guidance on the control of energy on poultry units” (Source BREF FEFANA 2001). Disponível em: <http://eippcb.jrc.es/>-. Acessado em 10/11/2006.

JACOME, I. **Diferentes sistemas de iluminação artificial usados no alojamento de poedeiras leves**. 2009. 144 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

JAFARI, R.A. FAZLAR, A. and GOVAHI, M. An investigation into *Salmonella* and faecal coliform contamination of drinking water in broiler farms in Iran. **International Journal of Poultry Science** v.5(5): p.491-493. 2006.

JEPPSSON, K.H. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. **Journal of Agriculture Engineering Research**, Silsoe, v.73, p.49-57, 1999.

JONGEBREUR, A.A.; MONTENY, G.J.; OGINK, N.W.M. Livestock Production and Emission of Volatile Gases. In: International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, 2003, Denmark. **Proceedings...** Horsens: Danish Institute of Agricultural Sciences, 2003, p.11 – 30.

JULIAN RJ. Ascites in poultry. **Avian Pathology** 1993; 22:419-54.

JULIAN, R. Patologias ósseas em aves. In: Conferência Apinco 2005 de Ciência e Tecnologias Avícolas, 2005, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 2005, v. 2, p. 107-122.

JURKSCHAT, M. et al. (1986). A mathematical equation to describe the influence of age, wind speed and ambient temperature on heat production in turkeys. **Journal of Thermal Biology**, 11(2), 105-108.

KESTIN, S.C. et al. (2001) Relationships in broiler chickens between lameness, live weight, growth rate and age. **Veterinary Record**, 148: 195–197.

KETTLEWELL, P. J.; HOXEY, R. P.; MITCHELL, M. A Heat produced by Broiler Chickens in a Commercial Transport Vehicle. **J. agric. Engng Res.** (2000) 75, p.315-326.

KRISTENSEN, H. H. et al. Leg health and performance of broiler chickens reared in different light environments. **British Poultry Science**. v.47, Number 3. (2006), pp. 257—263.

- KRISTENSEN H. H. ; WATHES C. M. Ammonia and poultry welfare: a review. **World's Poultry Science Journal** 2000; 56(3):235-245.
- LACEY, R.E.; REDWINE, J.S.; PARNELL, C.B. JR. 2003. Particulate matter and ammonia emission factors for tunnel-ventilated broiler production houses in the Southern U.S. **Transactions of ASAE**, Vol. 46(4): 1203-1214
- LAPITAN, R.L.; WANNINKHOF. R.; MOSIER, A.R. Methods for stable gas flux determination in aquatic and terrestrial systems. In Approaches to Scaling Trace Gas Fluxes in Ecosystems, A.F. Bouwman (ed.). **Elsevier Science**, p. 29-66, 1999.
- LEE, I. et al. Study of Internal Climate of Naturally and Mechanically Ventilated Broiler Houses. **ASAE**, No 034060. 2003. 10P.
- LE MÉNEC, M. La maitrise de l'ambiance dans les bâtiments d'élevages avicoles. **Bull. Inf. Stn Exp. Avicult. Ploufragan**, v.27, p.3-36. 1987.
- LIANG, Y. et al. Energy Use Analysis of Open-Curtain vs. Totally Enclosed Broiler Houses in Northwest Arkansas. In 2008 ASABE. **Proceedings...** ASABE, Rhode Island Convention Center Providence, Rhode Island, 11p. 2008
- LIEN, R. J.et al. 1998. Peanut hulls as a litter source for broiler breeder replacement pullets. **Poult. Sci.** 77:41-46.
- LIEN, R.J. et al. Effect of Light Intensity and Photoperiod on Live Performance, Heterophil-to-Lymphocyte Ratio, and Processing Yields of Broilers. **Poultry Science**, v. 86, p. 1287-1293, 2007.
- LIMA, KAO. et al. Caracterização de galpões de frangos de corte com diferentes sistemas de ventilação através da correlação entre ambiente térmico e concentração de CO2 **Anais...XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA - CONBEA 2009**, Juazeiro/Petrolina, 2 a 6 de agosto de 2009a.
- LIMA, KAO. et al. Concentração e emissão dos gases CO2 e NH3 na produção de frangos de corte. **ANAIS...II Congresso Ibérico e V congresso Espanhol AGROENGENHARIA 2009** Lugo - 28 a 30 de Setembro de 2009b.
- LIN, H.; HAO, H.C.; BUYSE, J. and DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **Poultry Science**, v.65. p.71-95.2006.
- LINE, E. Aluminum sulfate treatment of poultry litter to reduce Salmonella and Campylobacter populations. **Poultry Science**, p. 77-96, 1998.

LIU, Z.; WANG, L.; BEASLEY, D.B. A Review of Emission Models of Ammonia Released from Broiler Houses. In: **ASABE Meeting Presentation Paper Number: 064101**. Portland, Oregon. 2006. 17p.

LU, J. et al. Evaluation of Broiler Litter with Reference to the Microbial Composition as Assessed by Using 16S rRNA and Functional Gene Markers. **Applied and Environmental Microbiology**, v69, 2003, p. 901-908.

LUBRITZ DL, MCPHERSON BN. Effect of genotype and cold stress on incidence of ascites in cockerels. **Journal Applied in Poultry Research**. (1994); 3:171-78

MAHIMAIRAJA S, BOLAN NS, HEDLEY MJ. Denitrification losses of N from fresh and composted manures. **Soil Biol Biochem**, v. 27, n. 9, p. 1223-1225, 1995.

MANNING, L.; CHADD, S.A.; BAINES, R.N. 2007a. Key health and welfare indicators for broiler production. **Poultry Science**, vol. 63, (2007). p. 63-68.

MARTRENCAR, A. et al. Risk factors for foot-pad dermatitis in chicken and turkey broilers in France. **Preventive Veterinary Medicine**, 52 (2002), p.213–226.

McGEOWN, D. et al. 1999. Effect of carprofen on lameness in broiler chickens. **Veterinary Record** (1999) 144, 668-671.

MENDES, A.S. **Efeito do manejo da ventilação natural no ambiente de salas de maternidade para suínos**. 2005. 107p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2001. 106 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das Condições do Ambiente Interno em dois Galpões de Produção Comercial de Frangos de Corte, com Ventilação e Densidade Populacional Diferenciados**. 2005. 244p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOORE, P.A. et al. Evaluation of Ammonia Emissions from Broiler Litter. **Proceedings of ASABE**. 2008.

- MOORE JR., P.A.; DANIEL. T.C.; EDWARDS, D.R. Reducing phosphorus runoff and inhibiting ammonia loss from poultry manure with aluminum sulfate. **Journal of Environmental Quality**, v.29, n.1, p.29-37, 2000.
- MORARD, V. Emission of biogenic greenhouse gases from agriculture: political background and a European perspective. In: Biogenic Emissions of Greenhouse Gases Caused by Arable and Animal Agriculture. Proceedings of the Conference, Stuttgart, 12– 13 October, 2000. pp. 1–5.
- MORRISON, S.R.; HEITMAN JR., H.; BOND, T.E. Effect of humidity on swine at temperatures above optimum. **International Journal of Biometeorology**, v.13, n.2, p.135-139, 1969.
- MOURA, D.J. **Ambiência na avicultura de corte**. In: SILVA, I.J.O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: NUPEA – ESALQ/USP, 2001, vol.2, p. 75 – 149.
- MOURA, D.J. **Avaliação da eficiência térmica de instalações avícolas sombreadas e ventiladas artificialmente, em diferentes orientações**. 1998. 200p. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MUKHTAR, S., and B. W. AUVERMANN. **Air quality standards and nuisance issues for animal agriculture**. Texas Cooperative Extension Service, Publ. No. E-401. TexasA&M University System, College Station. TX. 2006.
- MÜLLER, C. C.; DIVAN JÚNIOR, A. M.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T. Efeito do NO<sub>2</sub> atmosférico em *Phaseolus vulgaris* (Fabaceae/Papilionoideae) no Campus do Vale da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2-3, p. 45-51, abr./set. 2007.
- NÄÄS et al. Impact of lameness on broiler well-being. **J. Appl. Poult.**18 (2009):432–439.
- NÄÄS, I. A. Biometeorologia e construções rurais em ambiente tropical. In: II Congresso Brasileiro de Biometeorologia, Goiânia. **Anais... SBBiomet**, 1998. p.63-73.
- NÄÄS, I.A., MOURA, D.J., LANGANÁ, C.A Amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais... Curitiba**, 1995, p.203-204.
- NÄÄS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**, São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1989. 183p.

- NAGARAJ, M. et al. 2007. Effect of high-protein and all-vegetable diets on the incidence and severity of pododermatitis in broiler chickens. **J. Appl. Poult. Res.** 16:304–312.
- NCC – NATIONAL CHICKEN COUNCIL - **Animal welfare guidelines and audit checklist** 2010. 22p.
- NI, J. Mechanistic Models of Ammonia Release from Liquid Manure: a Review. **J. Agric. Engng Res.** (1999) 72, 1-17.
- NI, J.Q. et al. Ammonia, Hydrogen Sulphide and Carbon Dioxide Release from Pig Manure in Under-floor Deep Pits. **J. agric. Engng Res.**, 2000, 77 (1), 53-66.
- NICHOLSON, F.A.; CHAMBERS, B.J.; WALKER, A.W. Ammonia Emissions from Broiler Litter and Laying Hen Manure Management Systems. **Biosystems Engineering** (2004) v.89 (2), p.175–185. 2004.
- NOLL, S.L. In: **Avicultura Professional** v.10 (1): p.42-43. 1992.
- NOVELLO, D. **Avaliação bromatológica e perfil de ácidos graxos da carne de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de peixe ou aveia branca**, Curitiba, 2005. 100p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2003. **Air Emissions from Animal Feeding Operations: Current Knowledge, Future Needs**. Natl. Acad. Press. Washington, DC.0.
- OGINO, A. et al. Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method. **Anim Sci J.** 2007; 78:424–432.
- OLIVEIRA, A. F. G. **Estudo do padrão de crescimento ósseo em frangos de corte de diferentes grupos genéticos criados em duas densidades populacionais**. 2006. 73 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2006.
- OLIVEIRA, M.C. et al. Características da cama e desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais e tipos de cama. **ARS VETERINARIA**, v.12, n. 3, p. 303-310, 2005.
- OLIVEIRA, M. C. et al. Teor de Matéria Seca, pH e Amônia Volatilizada da Cama de Frango Tratada ou Não com Diferentes Aditivos. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.4, p.951-954, 2003.
- OMEIRA, N. et al. Microbiological and chemical properties of litter from different chicken types and production systems. **Science of the Total Environment**, v.367, (2006), p.156–162.

OSHA - OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 1991. **Final regulatory analysis of the hearing conservation amendment**. Washington, DC:U.S. Department labor, occupational safety and health admistration (OSHA). Fed. Reg. 46:4076.

OWADA, D. et al. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.27, n.3, p.611-618, 2007.

PAGANINI, F.J. **Manejo da cama**. In. MENDES, A. NÄÄS, I. A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. Campinas. FACTA, 2004. P. 107-116.

PAGAZAURTUNDU, A.; WARRISS. P. D. 2006. Levels of foot pad dermatitis in broiler chickens reared in 5 different systems. **Br. Poult. Sci.** 47:529–532.

PARLAMENTO EUROPEU. **Projecto de parecer**. Disponível em: <[http://www.europarl.eu.int/meetdocs/2004\\_2009/documents/pa/579/579139/579139pt.pdf](http://www.europarl.eu.int/meetdocs/2004_2009/documents/pa/579/579139/579139pt.pdf)>. Acesso em: 24 de Janeiro de 2009.

PENZ, JR., A.M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes. Manipulação do equilíbrio ácido-base. Porto Alegre, 1991. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS. Junho, 1991, Campinas. **Anais...** Campinas, 1991.

PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A. Estimating the thermoneutral zone for broiler breeders using behavioral analysis. **Computers and Electronics in Agriculture**, Davis, v.62, n.1, p.2-7, 2008.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem; processo de baixo custo**. Belo Horizonte - MG: UNICEF, UFV, 1996, 56p.

PESCATORE, A. J.; CASEY, K.D.; GATES, R. S. Ammonia Emissions from Broiler Houses. **J Appl Poult Res** 2005. 14:635-637

PHILLIPS, C. J. C. Environmental factors influencing the production and welfare of farm animals: Photoperiod. In: PHILLIPS, C. J. C; PIGGINS, D. **Farm Animals and the Environment**. UK: CAB International, OXFORD, 1992, p. 49-65.

PHILIPPE, F. et al. Comparison of ammonia and greenhouse gas emissions during the fattening of pigs, kept either on fully slatted floor or on deep litter. **Livest. Sci.** 111, (2007), p144-152.

POPE, M.J. e T.E. CHERRY. An evaluation of the presence of pathogens on broilers raised on poultry litter treatment-treated litter. **Poultry Sci.** 79:1351-1355. 2000.

- PRESCOTT, N. B. et al Light, vision and the welfare of poultry [Animal Welfare](#), v12, 2000, pp. 269-288.
- PRAYTINO, C. J. C.; PHILLIPS, W.; STOKES, D. K. The Effects of Color and Intensity of Light on Behavior and Leg Disorders in Broiler Chickens. **Poultry Science**, v. 76, p.1674–1681, 1997.
- RAJ, A.B.M., GREGORY, N.G., 1995. Welfare implications of the gas stunning of pigs 1. Determination of aversion to the initial inhalation of carbon dioxide or argon. **Anim. Welfare** 4, 273–280.
- RATH, N. C. et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, p. 1024-1032, 2000.
- REDWINE, J. S.; LACEY, R. E. (2001). Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. **ASAE** 45(4): 1101-1109. Sacramento, California: ASAE.
- REDWINE, J.S. et al. 2002. Concentration and emissions of ammonia and particulate matter in tunnel-ventilated broiler houses under summer conditions in Texas. U.S. **Transactions of ASAE**, Vol. 45(4): 1101-1109.
- REECE, F.N., LOTT, B.D and DEATON, J.W. Ammonia in the atmosphere during brooding affects performance of broiler chickens. **Poultry Science** v.59: p.486-488. 1980.
- RENDEN, J. A.; MORAN, E. T.; KINCAID, A. Lighting programs for broilers that reduce leg problems without loss of performance or yield. **Poultry Science**, v. 75, p. 1345-1350, 1996.
- RENDEN, J. A.; MORAN, E. T.; KINCAID, A. Lack of interactions between dietary lysine or strain cross and photoschedule for male broiler performance and carcass yield. **Poultry Science**, v. 73, p. 1651-1662, 1994.
- RITZ, C.W.; FAIRCHILD B.D.; LACY M.P (2005). **Litter Quality and Broiler Performance**. Cooperative Extension Service/The University of Georgia College of Agricultural and Environmental Sciences. Bulletin: p. 1267.
- ROSA, J. V.; PRATES, D. F.; WURFEL, S. F. R. et al. Avaliação de *Salmonella spp.* Em carcaças de frango resfriadas no Sul do Rio Grande do Sul após implementação do programa de redução de patógenos. In: 35° CONBRAVET - CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 2008, Gramado/RS. **Anais...35° Conbravet - Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 2008.

ROSÁRIO, M. F.; SILVA, M.A.N.; COELHO, A.A.D. et al. Síndrome ascítica em frangos de corte: uma revisão sobre a fisiologia, avaliação e perspectivas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1987-1996, 2004.

ROSS. **Ross Broiler Management Manual**. Ross Breeders, November 1999.

ROSSI, L.A. Uso racional de energia elétrica no meio rural. **Suinocultura industrial**. Edição 222 - Nº 03/2009 - Ano 31.

SANCHEZ, A.; PLOZEAU, M.; RAULT, P. et al. Croissance musculaire et fonction cardio-respiratoire chez le poulet de chair. **INRA Productions Animales**, v.13, n.1, p.37-45, 2000.

SALLES, S.C.; TEIXEIRA N.M. Escolha de tarifas e suas implicações. **Energia na Agricultura**, v.14, n.2, p.1-6. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/posgradua/Energia/revista/V14N2-99/142sonia.pdf>> Acesso em: 10 de março de 2009.

SANOTRA, G. S. et al. Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. **World's Poultry Science Journal**, v. 57, n. 1, p 55-69, Mar 2001.

SANOTRA, G. S.; DAMKJER, L.J.; VESTERGAARD, K. S. Influence of light-dark schedules and stocking density on behaviour, risk of leg problems and occurrence of chronic fear in broilers. **British Poultry Science**, v. 43, p. 344-354, 2002.

SANTOS, R.L.; NUNES, V.A.; BAIÃO, N.C. Pododermatite de contato em frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**. Belo Horizonte, v.54, n.6, Dec. 2002.

SANTOS, E.C.; COTTA, J.T.B.; MUNIZ, J.A. et al. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, v.14, n.4, p.1024-1030, 2000.

SARUBBI, J. **Estudo do conforto térmico, desempenho animal e racionalização de energia elétrica em uma instalação suinícola na região de Boituva-SP**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SCAHAW. European Commission – Scientific Committee on Animal Health and Welfare 2000. The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers) European Commission, Brussels, Belgium Adopted 21 March 2000.

SCHIFFMAN, S.S., WILLIAMS, C. Science of odor as a potential health issue. **Journal of Environmental Quality** (2005), 34, 129–1.

SCHMIDT, D.R.; JACOBSON, L.D.; JANNI, K.A. Continuous monitoring of ammonia, hydrogen sulfide and dust emissions from swine, dairy and poultry barns. American Society of Agriculture Engineering. **ASAE**. Paper 024060. p.1-14. 2002.

SCHWEAN-LARDNER, K.; CLASSEN, H.L; FANCHER, B. I. Daylength effect on production traits of modern broilers. **Poultry Science**, v. 85, n. 1, p. 169, 2006.

SEVEGNANI, K.B.; MACARI, M.; NÄÄS, I.A. et al. Variação da temperatura média corporal de frangos de corte em terminação, submetidos às temperaturas de 24 e 32°C, em câmara climática. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl. 3, p.58, 2001.

SHARNAM, K. S.; WADHWANI, K.N.; KHANNA, K.; PATEL, A.M. Effect of quality feeds and litter materials on broiler performance under hot humid climate. **International Journal of Poultry Science** 7 (1): 14-22, 2008.

SHEPHERD, E. M.; FAIRCHILD, B. D. Footpad dermatitis in poultry. **Poultry Science** 89 (2010):p2043–2051.

SIEFERT, R. L. et al. 2004. Characterization of atmospheric ammonia emissions from a commercial chicken house on the Delmarva Peninsula. **Environ. Sci. Tech.** 38(10): 2769-2778.

SILVA F. A. et al. Efeitos do ácido L-Glutâmico e da vitamina D3 nos fêmures e tibiotarsos de pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2067-2077, 2001.

SKINNER-NOBLE, D. O.; TEETER, R. G. An examination of anatomic, physiologic, and metabolic factors associated with well-being of broilers differing in field gait score. **Poultry Science**, v. 88, p. 2-9, 2009.

SNEATH, R., et al., 1997. Long-term measurement of greenhouse gas emission from UK livestock building. In: Proceedings of the 5th International Symposium on Livestock Environment, St. Joseph, ASAE, MI, pp. 146–153.

SORENSEN, P.; SU, G.; KESTIN, S. C. Effects of age and stocking density on leg weakness in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 79, p. 864-870, 2000.

STRINGHINI, J.H. et al. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.1, p.183-1902, jan./fev, 2003.

TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 46, n. 2, p. 491-497, Mar./Abr. 2003.

TINOCO, IFF. Industrial Aviculture: New Concepts of Materials, Conceptions and Constructive Techniques Available for Brazilian Poultry Houses. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 3, n. 1, 2001.

TONA, K. et al. 2005. Day-old chick quality: Relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. **Avian Poult. Biol. Rev.** 16:109–119.

TRABUE, S. et al. Field sampling method for quantifying volatile sulfur compounds from animal feeding operations. **Atmospheric Environment** 42, (2008), p3332–3341.

TRALDI, A.B et al. Avaliação das características da cama reutilizada e das lesões de peito, joelho e coxim plantar em frangos de corte consumindo ração com probiótico. **Arq.Inst.Biol.**, São Paulo, v.71, (supl.), p.1-749, 2004.

TUNÇ, I. P.; TURUT-AS-İK, S.; AKBOSTANCI, E. CO<sub>2</sub> emissions vs. CO<sub>2</sub> responsibility: An input–output approach for the Turkish economy. **Energy Policy** v.35 (2006). p.855-858.

TURCO, J.E.P., et al. Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira; **Engenharia Agrícola**; Vol.18; n.º1; 1998.

TURCO, J.E.P.; FERREIRA, L.F.S.A.; FURLAN, R.L. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.519-522, 2002.

UBA. **Relatório Anual** . 2010. 76p.

USDA (2006) **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. March 2006 data, pp:17-26 (fas.usda.org/).

VALE, M. M. **Caracterização e previsão de ondas de calor com impacto na mortalidade de frangos de corte**. 101 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

VALE, M.M. et al. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n.3, p.223-229, 2008.

- VALENTINE, H. A study on the effect of different ventilation rates in the ammonia concentration in the atmosphere of broiler houses. **British Poultry Science** v.5: p.149-159. 1964.
- VAISANEN, J., HAKANSSON, J. and JENSEN, P. (2005) Social interactions in red junglefowl (*Gallus gallus*) and white leghorn layers in stable groups and after re-grouping. **British Poultry Science** 46 (2): p.156-168.
- VANNI, S. M. **Modelos de regressão: Estatística aplicada**. São Paulo, Legmar Informática, 1998. 177p
- VAN WICKLEN, G. L.; ALLISON, J.M. 1989. Aerosol and ammonia concentrations in broiler houses using mechanical and natural ventilation. **J. Agric. Engng. Res.** 42: 97-109.
- VELLEMAN, S.G. The role of the extracellular matrix in skeletal development. **Poultry Science**, v.79, p 985-989, 2000.
- VERGE, X. P. C. et al. Greenhouse gas emissions from the Canadian beef industry **Agricultural Systems** 98 (2008) 126–134.
- VIEIRA, S.L.; LIMA, L.L. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed al vegetable diets based on corn and soybean meal. **International Journal of Poultry Science** v.4(6): p.365-368. 2005.
- VIGODERIS, R. B. et al. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.
- WATHES, C. M. Engineering Livestock Housing – Successes, Failures and Oportunities. In: International Symposium of the CIGR- New trends in Farm Buildings, 2004, Évora. **Proceedings...** International Symposium of the CIGR- New trends in Farm Buildings. Évora-Portugal : Universidade de Évora, 2004. v. 1 p.1-6.
- WATHES, C.M., et al. Concentrations and emission rate of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. **British Poultry Science**, v. 38, n. 1, p. 14-28, 1997.
- WATHES, C. M. et al. Emission of aerial pollutants in livestock buildings in Nothern Europe: Overview of a multinational project. **Journal of Agricultural Engineering Research**, Silsoe, v.70, n.1. p. 3-9, 1998.

WEEKS, C.A.; NICOL, C.J. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, (2006), p. 296-307.

WHEELER, E. F. et al. (2003). Ammonia emissions from U.S. poultry houses: Part III - Broiler houses. Pp: 159-166, **Proceedings** of Third International Conference on Air Pollution from Agricultural Operations, Raleigh, NC.

WHEELER, E.F. et al. Ammonia emissions from twelve U.S.A. broiler chicken houses. **Transactions of the ASABE**. v 49, n. 5, p. 1495–1512, 2006.

WILLIS, W.L.; MURRAY, C.; TALBOTT, C. Evaluation of leaves litter material. **Poultry Science**, v.76, n.8, p.1138-1140, 1997.

WRIGHT, D. et al. Multidimensional gas chromatography-olfactometry for the identification and prioritization of malodors from confined animal feeding operations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53, (2005), p.8663–8672.

YAHAV, S.; GOLDFELD, S.; PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. Physiological response of chickens and turkeys to relative humidity during exposure to high ambient temperature. **Journal Thermal Biology**. Vol. 20, n. 3, p. 245-253. 1995.

YALÇIN, S., SETTAR, P.; DICLE, O. (1998) Influence of dietary protein and sex on walking ability and bone parameters of broilers. **British Poultry Science**, 39: 251–256

YASSIN, H. et al. Field study on broilers' first-week mortality. **Poultry Science** 88: (2009). 798–804.

ZHANG, R.H., et al. 2005. A process-based ammonia emission model for confinement animal feeding operations – model development. In: 14<sup>th</sup> ANNUAL EMISSION INVENTORY CONFERENCE. **Proceedings...**Las Vegas, USA, 2005, 16p.

ZILLI, J. B., **Os fatores determinantes para a eficiência econômica dos produtores de frango de corte: uma análise estocástica**, Piracicaba, 2003. 139p. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP).