

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO AMBIENTE INTERNO
EM DOIS GALPÕES DE PRODUÇÃO COMERCIAL
DE FRANGOS DE CORTE, COM VENTILAÇÃO E
DENSIDADE POPULACIONAL DIFERENCIADOS**

MIWA YAMAMOTO MIRAGLIOTTA

CAMPINAS
AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DO AMBIENTE INTERNO
EM DOIS GALPÕES DE PRODUÇÃO COMERCIAL
DE FRANGOS DE CORTE, COM VENTILAÇÃO E
DENSIDADE POPULACIONAL DIFERENCIADOS**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Doutora
em Engenharia Agrícola, na área de
concentração de Construções Rurais e
Ambiência.

MIWA YAMAMOTO MIRAGLIOTTA

Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs

Co-orientadora: Profa. Dra. Marta dos Santos Baracho

CAMPINAS
AGOSTO DE 2005

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

M671a Miragliotta, Miwa Yamamoto
Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados / Miwa Yamamoto Miragliotta .--Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: Irenilza de Alencar Nääs.
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Frango de corte. 2. Ar qualidade. 3. Gases. 4. Poeira. 5. Ruído. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Titulo em Inglês: Evaluation of environmental conditions inside two commercial broiler production housings with distinct ventilation systems and stocking density

Palavras-chave em Inglês: Broilers (Poultry), Air quality, Gases, Dust, Noise

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Jorge de Lucas Junior, José Fernando Machado Menten, Ademir José Petenate e Daniella Jorge de Moura

Data da defesa: 19/08/2005

Ao meu filho Bruno,

aos meus pais, Tetsuji e Misako,

dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a todos os mentores que me auxiliaram nesta obra.

À minha família, pelo amor e apoio incondicionais.

À professora Irenilza, pela paciência na orientação.

À FEAGRI / UNICAMP por acolher esta pesquisa na sua instituição.

À FAPESP pelo apoio financeiro à bolsa e ao projeto de auxílio técnico.

Ao CNPq e CAPES pelas bolsas concedidas aos alunos de iniciação científica.

Ao empresário Marco Antônio S. Pedreira por sediar esta pesquisa em sua granja de produção de frangos e a seus funcionários (Dr. Paulo, “o Zé”, Arlindo e demais), por resolverem todos os meus problemas do dia-a-dia no campo.

Ao DAAD, ATB/Potsdam e ao Mr. Müller, por possibilitarem a bolsa “sanduíche” e a visita aos centros de pesquisa e instalações de produção animal da Alemanha.

Ao Prof. Rossi e à Leda, aos alunos de iniciação científica (Anderson, Felipe, Fabiano e Fernando) e à estagiária Aurélia que muito cooperaram na coleta de dados.

Às minhas amigas do coração, Adriana, Raquel, Fernanda e Lina, que dividiram todos os momentos de alegria e de cansaço vivenciados.

Ao Prof. Cláudio e à toda trupe do CT/UNICAMP que me acolheram carinhosamente, para dar término a sua redação.

E a todos os demais que possibilitaram a conclusão deste trabalho. OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Pag.
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1 OBJETIVO PRINCIPAL	3
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 POLUENTES AÉREOS	5
3.1.1 Relação com saúde e meio ambiente	6
3.1.1.1 Saúde Humana	7
3.1.1.2 Saúde Animal	9
3.1.1.3 Meio Ambiente	11
3.1.2 Gases no aviário	12
3.1.2.1 Amônia	13
3.1.2.2 Fatores que influenciam a emissão de amônia	16
3.1.2.3 Coleta de amônia	17
3.1.2.4 Medidas mitigadoras	20
3.1.2.5 Monóxido de Carbono	20
3.1.3 Poeira	21
3.1.3.1 Limites de Tolerância no Brasil	27
3.1.3.2 Medidas Mitigadoras para poeiras	28
3.2 NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	29
3.3 CONFORTO TÉRMICO ANIMAL	36
3.4 METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS	38
3.4.1 Estatística Convencional	38
3.4.2 Geoestatística	40
4. MATERIAL E MÉTODOS	41
4.1 DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS	42
4.1.1 Sistema Convencional – Galpão G ₁	42
4.1.2 Sistema em Alta Densidade – Galpão G ₂	44
4.2 MANEJO	46
4.2.1.1 Distribuição das aves	46
4.2.1.2 Distribuição de equipamentos	47
4.2.1.3 Distribuição de maravalha para cama-de-frango	48
4.2.1.4 Manejo Sanitário	49
4.3 COLETA DE DADOS	50
4.3.1 Posicionamento dos equipamentos	51
4.3.2 Variáveis Bioclimáticas	53

4.3.2.1	Variáveis bioclimáticas internas.....	53
4.3.2.2	Variáveis bioclimáticas externas.....	55
4.3.3	Concentração de poeira no ar.....	56
4.3.3.1	Metodologias de avaliação.....	56
4.3.3.2	Poeira Total.....	57
4.3.3.3	Poeira Respirável.....	59
4.3.4	Condições de cama-de-frango.....	59
4.3.4.1	Umidade da cama-de-frango.....	59
4.3.4.2	pH da cama-de-frango.....	61
4.3.5	Concentração dos gases no ar.....	62
4.3.6	Níveis de Pressão Sonora.....	66
4.3.6.1	Avaliação ambiental.....	66
4.3.6.2	Avaliação contínua por períodos de 24 h.....	67
4.3.6.3	Piloto 1.....	67
4.3.6.4	Piloto 2.....	68
4.3.6.5	Piloto 3.....	69
4.3.7	Variáveis produtivas.....	70
4.3.7.1	Mortalidade.....	70
4.3.7.2	Peso das aves.....	71
4.3.7.3	Conversão alimentar.....	72
4.3.7.4	Ganho de Peso Diário.....	72
4.3.7.5	Índice de Eficiência Produtiva.....	73
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	73
4.5	ESTIMAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA NO AR.....	74
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	75
5.1	VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS.....	77
5.1.1.1	Época de Frio.....	78
5.1.1.2	Época de calor.....	82
5.2	CONCENTRAÇÃO DE POEIRA NO AR.....	86
5.2.1	Poeira Total.....	87
5.2.2	Poeira Respirável.....	89
5.2.3	Trabalhador rural.....	93
5.2.4	Recomendações de medições.....	94
5.3	CONDIÇÕES DE CAMA-DE-FRANGO.....	95
5.3.1	Umidade de cama-de-frango.....	95
5.3.1.1	Época de Calor.....	96
5.3.1.2	Época de Frio.....	98
5.3.2	pH da cama-de-frango.....	100
5.3.2.1	Época de Calor.....	101
5.3.2.2	Época de Frio.....	102
5.3.3	Correlação entre pH e umidade de cama-de-frango.....	104
5.4	CONCENTRAÇÃO DE GASES NO AR.....	105
5.4.1	Amônia.....	105
5.4.1.1	Primeiro Período – até 19º dia de produção.....	108
5.4.1.2	Segundo Período – após 20º dia de produção.....	110
5.4.1.3	Segurança do trabalhador.....	122

5.4.2	Monóxido de Carbono	125
5.4.2.1	Época de Frio	125
5.4.2.2	Época de Calor	130
5.4.3	Outros gases	134
5.5	NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA	136
5.5.1	Piloto 1	136
5.5.2	Piloto 2	137
5.5.3	Piloto 3	139
5.6	VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO	141
5.6.1	Peso	141
5.6.1.1	Diferenças entre machos e fêmeas	142
5.6.1.2	Diferenças entre galpões	143
5.6.1.3	Diferenças entre épocas	145
5.6.2	Mortalidade	148
5.6.3	Índices Zootécnicos	152
6.	CONCLUSÕES	155
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157
8.	ANEXOS	173
8.1	CONCENTRAÇÃO DE PARTICULADOS NO AR	173
8.1.1	Metodologias de coleta	173
8.1.1.1	Concentração de particulados no ar – fração total	175
8.1.1.2	Concentração de particulados no ar – fração respirável	177
8.2	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	179
8.2.1	Poeira Total	179
8.2.1.1	Análise Descritiva	179
8.2.1.2	Análise de Variância	179
8.2.1.3	Teste de Kruskal-Wallis – diferenças entre os galpões	180
8.2.2	Poeira Respirável	181
8.2.2.1	Análise Descritiva	181
8.2.2.2	Análise de Variância	181
8.2.2.3	Teste de Kruskal-Wallis – Diferenças entre galpões	182
8.2.3	Condições de cama-de-frango	182
8.2.3.1	Umidade de cama-de-frango	182
8.2.3.2	pH de cama-de-frango	190
8.2.4	Variáveis bioclimáticas	198
8.2.5	Concentração de gases	208
8.2.5.1	Amônia	208
8.2.5.2	Monóxido de carbono	215
8.2.6	Índices Produtivos	221
8.2.6.1	Peso vivo	221
8.2.6.2	Mortalidade	230
8.2.6.3	Conversão Alimentar	240
8.2.6.4	Peso Médio	242
8.2.6.5	Ganho de Peso	242
8.2.6.6	Idade Média	243
8.2.6.7	Índice de Eficiência Produtiva	244

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Parâmetros de um espectro médio de onda sonora (MAIR <i>et al.</i> , 2000).	31
Figura 2.	Limites aceitáveis de ruído segundo sua frequência recomendado pelo Ministério da Saúde Pública da França (MEDURI, 2000).	33
Figura 3.	Sensação Térmica das aves em função da velocidade de ar incidente. Adaptado de Boni & Paes, 2000.	37
Figura 4.	Esquema do posicionamento dos dois galpões utilizados no estudo (metros). ...	41
Figura 5.	Esquema de divisões virtuais dos setores para as diferentes coletas de dados. ..	42
Figura 6.	Vista do galpão G ₁ – Ventilação convencional e densidade de 13 aves/m ²	43
Figura 7.	Corte transversal do galpão G ₁ no período de resfriamento.	43
Figura 8.	Vista do Galpão G ₂ – Ventilação tipo túnel negativo e alta densidade (18 aves/m ²).	44
Figura 9.	Corte transversal do galpão G ₂ no período de resfriamento.	45
Figura 10.	Sistemas de ventilação nos dois galpões estudados.	46
Figura 11.	Esquema de distribuição dos pintainhos, proporcionalmente entre os sistemas produtivos e igualmente, entre os setores de um mesmo galpão.	47
Figura 12.	Divisão estimada da quantidade de maravalha para cada galpão em estudo.	49
Figura 13.	Esquema das posições de coleta dos dados, distribuídas em 5 linhas no sentido longitudinal e 6 colunas no sentido transversal.	51
Figura 14.	Vista do <i>HygroThermoAnemometer</i> (Modelo HTA 4200, Marca Pacer®, USA).	54
Figura 15.	Vista da gaiola metálica confeccionada para acondicionar os equipamentos em cada setor de cada galpão, a 50cm de altura do piso.	54
Figura 16.	Expansão dos círculos de proteção nos dois galpões e posicionamento dos equipamentos de coleta das variáveis bioclimáticas.	55
Figura 17.	<i>Datalogger</i> Testostor 175 (TESTO®) com sensores de leitura para TBS e UR do ar.	55
Figura 18.	Detalhe do uso de bomba de amostragem pessoal para avaliação da fração respirável.	57
Figura 19.	Equipamentos para avaliação de particulados suspensos no ar.	58
Figura 20.	Imagem do cassete de três partes com as tampas vermelha (saída do ar) e azul (entrada do ar) para avaliação da concentração de particulados fração total no ar.	58
Figura 21.	Ciclone de <i>nylon</i> acoplado ao sistema de coleta de amostra de ar da bomba de amostragem pessoal Gilian®, USA.	59
Figura 22.	Avaliação de pH da cama-de-frango no laboratório da FEAGRI/UNICAMP.	61
Figura 23.	Multilog 2000 (Quest®, USA) para avaliação contínua da concentração dos gases CO, CH ₄ , NH ₃ e NO no ar.	62
Figura 24.	Bomba de sucção manual (Dräger®) para amostragem da concentração de CO ₂ no ar.	64
Figura 25.	Ilustração do tubo colorimétrico para detecção de CO ₂ no ar (Dräger ®).	65
Figura 26.	Medidor de pressão sonora SVAN 943, Svantek®, Polônia.	66
Figura 27.	Esquema de galpão com sistema de ventilação tipo túnel, dividido virtualmente, em 132 células, nas quais foram coletados os dados.	68
Figura 28.	Diferenciação de pintainhos pelo empenamento das asas (Agrocere, 2000).	69

Figura 29.	Vista da câmara semi-aneecóica para avaliação da vocalização de pintainhos....	70
Figura 30.	Cerca portátil de contenção de aves para a pesagem semanal.....	71
Figura 31.	Diferenciação entre machos e fêmeas da linhagem AgRoss pelo empenamento das aves (AGROCERES, 2000).....	72
Figura 32.	Distribuição espacial das variáveis bioclimáticas em galpão de produção de frangos de corte com sistema de ventilação túnel negativo (MIRAGLIOTTA <i>et al.</i> , 2003b).....	76
Figura 33.	Diferenciação de condições climáticas segundo épocas de frio e calor, para os lotes, utilizando teste de Kruskal Wallis.....	77
Figura 34.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, e comparativamente às condições externas.....	79
Figura 35.	Umidade Relativa do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, e comparativamente às condições externas.....	79
Figura 36.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, nos setores do galpão G ₁ e comparativamente às condições externas.....	80
Figura 37.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, nos setores do galpão G ₂ e comparativamente às condições externas.....	80
Figura 38.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25º ao 35º dia de produção), durante o período diurno (11:00 – 19:00h), na época de calor, e comparativamente às condições externas.....	85
Figura 39.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25º ao 35º dia de produção dia), durante o período diurno (11:00h às 19:00h), nos setores do galpão G ₁ , e comparativamente às condições externas.....	85
Figura 40.	Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25º ao 35º dia de produção dia) durante o período diurno (11:00h às 19:00h), nos setores do galpão G ₂ e nas condições externas.....	86
Figura 41.	Resultados de concentração de poeira total no ar, ao longo do lote de produção no galpão G ₁	88
Figura 42.	Resultados de concentração de poeira total no ar, ao longo do lote de produção no galpão G ₂	89
Figura 43.	Resultados de coleta simultânea de poeira total nos três setores de ambos os galpões, na 5ª semana de produção.....	90
Figura 44.	Resultados de concentração de poeira total ao longo do lote de produção no galpão G ₁	91
Figura 45.	Resultados de concentração de poeira respirável ao longo do lote de produção no galpão G ₂	92
Figura 46.	Resultados de coleta simultânea de poeira respirável nos três setores de ambos os galpões, na 5ª semana de produção.....	92
Figura 47.	Estratificação dos resultados de umidade de cama-de-frango (%) de cada lote, segundo o período do ano, frio ou calor.....	95

Figura 48.	Diferenças nas medianas de umidade de cama-de-frango dos setores nos dois galpões.....	97
Figura 49.	Curvas de umidade de cama-de-frango nos galpões G ₁ e G ₂ , durante época de calor.....	98
Figura 50.	Curvas de umidade de cama-de-frango nos galpões G ₁ e G ₂ , durante época de frio.....	99
Figura 51.	Estratificação dos resultados de umidade de cama-de-frango (%) por lotes, segundo o período do ano, frio ou calor.....	100
Figura 52.	Curvas de pH de cama-de-frango nos galpões G ₁ e G ₂ , durante época de calor.....	101
Figura 53.	Diferenças nas medianas do pH de cama-de-frango entre setores, nos dois galpões.....	103
Figura 54.	Diferenças nas medianas do pH de cama-de-frango dos dois galpões.....	104
Figura 55.	Resultados dos testes de correlação entre pH e umidade de cama-de-frango nas épocas de calor (a) e frio (b).....	105
Figura 56.	<i>Boxplot</i> dos dados de concentração de amônia (ppm) ao longo do lote de produção, para os dois galpões.....	106
Figura 57.	Perfil da concentração de amônia no ar (ppm) ao longo de um lote de produção nos galpões G ₁ e G ₂ , sem equalização dos dados coletados.....	107
Figura 58.	Gráfico de dispersão dos dados de concentração de amônia (ppm) por dia, após o 20º dia de produção, galpão G ₁	111
Figura 59.	Condições internas (concentração de amônia, UR e VAR do ar), após o 20º dia de produção no galpão G ₁	113
Figura 60.	Condições climáticas externas nos dias de alta umidade relativa do período de 20/11 a 07/12/2003, Rio Claro, SP.....	113
Figura 61.	Gráfico de dispersão dos dados de concentração de amônia (ppm) por dia, após o 20º dia de produção, galpão G ₂	114
Figura 62.	Condições internas (concentração de amônia, UR e VAR), após o 20º dia de produção no galpão G ₂	114
Figura 63.	Gráfico de correlação entre concentração de amônia (ppm) e TBS (°C) para o período após o 20º dia de produção no galpão G ₁	116
Figura 64.	Curvas de concentração de amônia (ppm) e TBS (°C) após 20º dia de produção, no galpão G ₁	117
Figura 65.	Gráfico de correlação entre concentração de amônia (ppm) e TBS (°C), após o 20º dia de produção, no galpão G ₂	118
Figura 66.	Diferenças nas medianas das concentrações de amônia no ar (ppm) no 31º dia de produção, entre setores nos dois galpões.....	120
Figura 67.	Curvas diárias de concentração de amônia com picos situados no período vespertino, no galpão G ₂	121
Figura 68.	Perfil diário das condições internas no 30º dia de produção no galpão G ₂	122
Figura 69.	Quantidade de horas em que a concentração de amônia no ar esteve acima dos 20 ppm, ao longo do lote de produção no Galpão Convencional (G ₁).....	123
Figura 70.	Quantidade de horas em que a concentração de amônia no ar esteve acima dos 20 ppm, ao longo do lote de produção no Galpão Alta Densidade (G ₂).....	124
Figura 71.	Curva de concentração de monóxido de carbono no ar versus temperaturas para a época de frio no galpão convencional (G ₁).....	127

Figura 72.	Curva de concentração de monóxido de carbono no ar versus temperaturas para a condição de frio no galpão alta densidade (G ₂).	127
Figura 73.	Oscilações nas concentrações de oxigênio em períodos noturnos, na época de frio.	128
Figura 74.	Curvas diárias de Umidade Relativa no ar, durante condição de frio.	128
Figura 75.	Curva de concentração de monóxido de carbono no ar <i>versus</i> temperatura para a época de calor, no galpão convencional (G ₁).	132
Figura 76.	Curva de concentração de monóxido de carbono no ar <i>versus</i> temperatura para a época de calor, no galpão alta densidade (G ₂).	132
Figura 77.	Concentração de Oxigênio no ar, durante época de calor.	133
Figura 78.	Resultados de velocidade do ar, indicando a ventilação somente no período diurno.	133
Figura 79.	Resultados da avaliação piloto de ruído ambiental no galpão convencional (G ₁), durante vazio sanitário (MIRAGLIOTTA <i>et al.</i> , 2002).	136
Figura 80.	Resultados da avaliação piloto de ruído ambiental no galpão de alta densidade (G ₂), durante vazio sanitário (MIRAGLIOTTA <i>et al.</i> , 2002).	137
Figura 81.	Resultados obtidos pela análise de geoestatística de condições de estresse em galpão de produção de frangos de corte – estudo piloto (MIRAGLIOTTA <i>et al.</i> , 2005).	138
Figura 82.	Amostra de sonograma de piados de pintainho fêmea de 1 dia.	139
Figura 83.	Amostra de sonograma de piado de pintainho macho de 1 dia.	140
Figura 84.	Histogramas da frequência dominante dos piados de fêmeas.	140
Figura 85.	Histogramas da frequência dominante dos piados de machos.	140
Figura 86.	Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, de comparação do peso das aves na 5 ^a semana de produção nos oito lotes estudados, em diferentes épocas do ano.	142
Figura 87.	Medianas dos pesos finais das aves (g) – comparativo entre galpões, épocas e setores, na 5 ^a semana de produção.	146
Figura 88.	Histogramas de distribuição de valores percentuais de mortalidade semanal não acumulada, com curva normal, obtidos nos galpões G ₁ e G ₂	148
Figura 89.	Teste não-paramétrico de comparação da mortalidade acumulada até a 7 ^a semana de produção, nos 7 lotes estudados, em diferentes épocas do ano.	149
Figura 90.	Gráfico de <i>Boxplot</i> da mortalidade acumulada na 7 ^a semana de produção, por lotes.	150
Figura 91.	Histogramas de distribuição dos valores dos Índices de Eficiência Produtiva com curvas normais, para os galpões G ₁ e G ₂	152
Figura 92.	Gráfico de <i>Boxplot</i> de distribuição dos valores do Índice de Eficiência Produtiva nos diferentes lotes de produção estudados.	153
Figura 93.	Componentes do cassete de três partes para avaliação de concentração de poeira total da amostra de ar.	174
Figura 94.	Calibração da bomba de amostragem pessoal com o Calibrador Gilibrator, Gilian, USA.	178

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Classificação das partículas por tamanho e comprometimento do organismo....	23
Tabela 2.	Limites de Tolerância da NR-15.	28
Tabela 3.	Distribuição das coletas de dados dentro do período de estudo, classificados em condições de frio e de calor.	50
Tabela 4.	Escala de graduação das condições internas do galpão para cada variável em estudo.	52
Tabela 5.	Dados específicos dos sensores de gás do Multilog 2000 (Quest®, USA).	63
Tabela 6.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos galpões G ₁ e G ₂ , para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.	78
Tabela 7.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G ₁ para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.	81
Tabela 8.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G ₂ para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.	82
Tabela 9.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos galpões G ₁ e G ₂ , para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.	83
Tabela 10.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G ₁ para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.	84
Tabela 11.	Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G ₂ para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.	84
Tabela 12.	Médias das concentrações de poeira no ar nas atividades de colocação de maravalha.	93
Tabela 13.	Recomendações de coleta de amostras para avaliação de poeiras nas atividades avícolas segundo método gravimétrico NIOSH (OSHA, 1994a e 1994b).	94
Tabela 14.	Resultados de umidade de cama-de-frango para época de calor.	96
Tabela 15.	Resultados de umidade de cama-de-frango para época de frio.	99
Tabela 16.	Resultados do pH de cama-de-frango na época de calor.	102
Tabela 17.	Resultados do pH de cama-de-frango na época de frio.	102
Tabela 18.	Teste de Correlação entre concentração de amônia no ar (ppm) e demais variáveis estudadas, no período até 19º dia de produção, no galpão G ₁	109
Tabela 19.	Teste de Correlação entre concentração de amônia no ar (ppm) e demais variáveis estudadas, no período até 19º dia de produção, no galpão G ₂	110
Tabela 20.	Análise estatística descritiva dos dados de concentração de amônia no ar (ppm) nos galpões G ₁ e G ₂ para o período após o 20º dia de produção.	110
Tabela 21.	Testes de Correlação entre variáveis após o 20º dia de produção, no galpão G ₁	116
Tabela 22.	Testes de Correlação entre variáveis após o 20º dia de produção, no galpão G ₂	118
Tabela 23.	Resultados das concentrações de gases no ar em condições de frio.	126

Tabela 24.	Resultados das condições bioclimáticas internas nas condições de frio.....	129
Tabela 25.	Teste de Correlação entre resultados de gases e variáveis bioclimáticas nos dois galpões, na época de frio.....	130
Tabela 26.	Resultados das concentrações de gases no ar em condições de calor.....	130
Tabela 27.	Resultados das condições bioclimáticas internas nas condições de calor.....	131
Tabela 28.	Teste de Correlação entre resultados de gases e variáveis bioclimáticas nos dois galpões, na época de calor.....	134
Tabela 29.	Resultados de estudo piloto de avaliação espacial da distribuição das condições internas em galpão de produção de frangos de corte em alta densidade.....	139
Tabela 30.	Resultados de desempenho de machos e fêmeas nos 9 lotes estudados.	143
Tabela 31.	Resultados das medianas de ganhos de peso das aves nos dois galpões estudados.	144
Tabela 32.	Ganho de peso acumulado das aves pelas medianas, nos três setores do Galpão G ₁	144
Tabela 33.	Ganho de peso acumulado das aves pelas medianas, nos três setores do Galpão G ₂	145
Tabela 34.	Menor ganho de peso acumulado (medianas) – setores do galpão G ₁	146
Tabela 35.	Menor ganho de peso médio acumulado (mediana) – setores do galpão (G ₂).	147
Tabela 36.	Mortalidade expressa pelas medianas semanais (%) nos galpões G ₁ e G ₂	151
Tabela 37.	Mortalidade Semanal (%) – setores que apresentaram maiores medianas nas épocas de calor e frio em ambos os galpões.	151
Tabela 38.	Resultados médios dos índices zootécnicos de nove lotes de produção dos galpões G ₁ e G ₂	153

RESUMO

O objetivo principal deste estudo foi a avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados: galpão convencional (G_1), com densidade de 13 aves/m² e ventilação natural associada à mecanizada na fase final de produção, e galpão em alta densidade (G_2), com 18 aves/m² e ventilação tipo túnel negativa na mesma fase. Os galpões situados no município de Rio Claro/ SP, foram comparados sob os parâmetros de qualidade do ar (concentração de gases e poeira no ar), condições bioclimáticas internas, níveis de pressão sonora e índices produtivos finais, para indicação da alta densidade populacional, como manejo de produção de frangos de corte em condições tropicais. Concluiu-se que as concentrações de poeira e gases (explosivos, óxido nítrico e gás carbônico) no ar, e os níveis de pressão sonora estiveram abaixo dos limites máximos recomendados internacionalmente. Apesar das concentrações dos gases amônia e monóxido de carbono terem sido superiores no galpão G_2 , não foram observadas diferenças significativas nos índices produtivos finais. O galpão em alta densidade populacional produziu 9kg frangos/m² ou 13t frangos/lote a mais, recomendando-se a utilização deste manejo em condições tropicais de produção.

PALAVRAS-CHAVE: frango de corte, ar qualidade, gases, poeira, ruído.

ABSTRACT

The main objective of this study was the evaluation of environmental conditions inside two commercial broiler production housings with distinct ventilation and stocking density: conventional housing (G_1) with 13 birds/m² and a combination of natural and mechanical ventilation for the growing period, and high density housing (G_2) with 18 birds/m² and negative tunnel type ventilation for the same period. The houses located at Rio Claro/SP have been compared under parameters of air quality (gases and dust concentrations in the air), bioclimatic conditions, noise levels and production indexes, to the indication of high density for broiler production under tropical conditions. It was concluded that dust and gases concentrations (explosive, nitric oxide and carbon dioxide) in the air and noise level have been in agreement of maximum limits of international recommendations. Despite higher ammonia and carbon monoxide concentrations in the air of house G_2 , it was not observed significantly differences between final production indexes. High density housing has produced 9kg bird/m² or 13t birds/flock more than the other, which recommends its use under tropical conditions.

KEYWORDS: broilers, air quality, gases, dust, noise.

1. INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango no Brasil passou por um grande desenvolvimento nas últimas duas décadas. De 1984 a 1994 , aumentou-se a produção de 1,4 para 3,4 milhões de toneladas. O país, de 5º exportador mundial em 1980, alternou as 2ª e 3ª posições nas décadas de 80/90 (OLIVEIRA, 1995). Em 1996, foram processadas 4.051.561 de toneladas de carne de frango, proporcionando aos abatedouros um faturamento correspondente a 2% do PIB nacional e o crescimento de 33% das exportações brasileiras de carne de frango e de produtos com valor agregado (CAMARGO, 1997). Em 2004, foram processadas 8.410.767 toneladas carne de frangos, colocando o país como o 3º produtor mundial, atrás dos EUA e China e 1º país em baixos custos de produção (AVES & OVOS, 2005).

Diferentemente das exportações brasileiras iniciadas nos anos 70, hoje busca-se a qualidade de todo o sistema em função do acirramento da competição. Programas de “qualidade total” e obtenção de certificado ISO 9000 já fazem parte da realidade de alguns frigoríficos. Um princípio básico da segurança alimentar, é a biosseguridade. Esta garante a saúde animal, ou seja, o desenvolvimento de um ambiente o mais livre possível de germes, sejam eles vírus, bactérias, fungos e/ou parasitas, sob as exigências de normas rígidas relacionadas à mão-de-obra, aos programas e às condições do ambiente físico, no qual são criadas as aves (CANEVER, 1997). Além destes fatores, a propagação dos gases e mais notadamente, dos odores provenientes das instalações produtivas e da decomposição de seus resíduos, é razão de muita discussão entre os moradores vizinhos e produtores que habitam locais muito próximos (LAMMERS *et al.*, 2000).

Dentro do contexto da avicultura moderna, pesquisas mostram a influência direta do ambiente inadequado de criação como um dos fatores que predispõem ao desenvolvimento de doenças respiratórias nas aves (HYSLOP, 1974; SAINSBURY, 1981; CURTIS, 1983)

Temperatura, umidade, poeira, amônia, ventilação, densidade de criação e principalmente, limpeza e desinfecção dos galpões são mencionados como contribuintes na patogenia destas doenças (CASTRO, 1999).

A importância da avaliação das doenças respiratórias em aves é revelada a partir dos dados oficiais de Demonstrativos de Movimento de Abate do Estado de São Paulo sob fiscalização do SIF - Serviço de Inspeção Federal. No período de 1985 a 1990, constatou-se que, em aves abatidas (frangos, galinhas e galos), a aerossaculite (doença que compromete o sistema respiratório das aves) foi a segunda maior causa de anormalidades que levaram à condenação total ou parcial de carcaça durante o período estudado nos abatedouros sob sua fiscalização (BRASIL, 1985; PINTO *et al.*, 1993). No entanto, constatou-se um declínio quantitativo nos casos de condenação total por aerossaculite, passando de 0,183% em 1985 a 0,045% em 1990, correspondendo a uma redução de 75,5% ao longo destes 5 anos. Em 1998, os dados confirmam esta tendência, visto que de 451.328.883 cabeças abatidas, 29.189 (0,01%) foram condenadas totalmente e 224.814 (0,05%), parcialmente por aerossaculite. Continua porém, a ocupar a posição de segunda maior causa de condenações de aves em abatedouros inspecionados pelo SIF no Estado de São Paulo (BRASIL, 1999).

As referências sobre os poluentes dentro dos aviários e sua influência sobre a saúde animal, em sua grande maioria, são relacionadas à produção de frango em países de clima temperado, onde as construções são completamente fechadas e o resultado final do ambiente difere das condições brasileiras, além do fator clima a ser considerado.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

O objetivo principal deste estudo foi a avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados: galpão convencional (G_1), com densidade de 13 aves/m² e ventilação natural associada à mecanizada na fase final de produção, e galpão em alta densidade (G_2), com 18 aves/m² e ventilação tipo túnel negativa na mesma fase. Os galpões foram comparados sob os parâmetros de qualidade do ar (concentração de gases e poeira no ar), condições bioclimáticas internas, níveis de pressão sonora e índices produtivos finais, para indicação da alta densidade populacional, como manejo de produção de frangos de corte em condições tropicais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram objetivos específicos:

- Avaliar as condições ambientais sob o enfoque das aves e do trabalhador rural;
- Confrontar os resultados obtidos com os limites recomendados internacionalmente para o bem-estar animal (aves), assim como os limites estabelecidos pela legislação vigente no país para a segurança do trabalhador rural; e
- Elaborar equação matemática que possibilite a estimativa da concentração de amônia no ar em cada uma das condições estudadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 POLUENTES AÉREOS

Wathes *et al.* (1997) afirmam que a alta concentração de poluentes aéreos nas instalações de produção animal são de interesse científico por duas razões: existem evidências epidemiológicas de que a saúde dos trabalhadores possa ser afetada pela exposição diária aos diversos poluentes, (citando WHYTE, 1993) e que a saúde animal pode ser comprometida pela exposição contínua a estes poluentes, com infecções potencializadas e doenças respiratórias causadas por agentes oportunistas; e segundo, porque as instalações de produção animal são os maiores produtores de amônia (NH_3), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) e dióxido de carbono (CO_2) na atmosfera, contribuindo para a acidificação do solo e o aquecimento global.

Os poluentes do ar podem ser classificados em pó, emanações, fumaça, neblina, orvalho, vapores e gases, e carrear materiais biológicos, tais como pólen, pêlos e microrganismos, de uma forma geral (TORREIRA, s.d.).

Em sua pesquisa avaliando a qualidade do ar dentro de 12 galpões típicos do Reino Unido, para produção de frangos e de poedeiras em piso e em gaiolas, Wathes *et al.* (1997), encontraram médias de concentração de amônia no ar de 24,2, 12,3 e 13,5 ppm, respectivamente. Os galpões de frangos de corte apresentaram maiores valores médios quando comparados aos demais galpões e mais ainda no inverno que em condições de verão, devido à redução na taxa de ventilação para manutenção da temperatura interna. A poeira inspirável foi maior no verão nos galpões de frangos ($10,1 \text{ mg/m}^3$) do que nas demais produções ($2,8 \text{ mg/m}^3$ piso e $1,7 \text{ mg/m}^3$ para gaiolas), estando acima do limite de $3,4 \text{ mg/m}^3$ recomendados para animais (CIGR,1992). Da

mesma maneira, a poeira respirável foi maior nos galpões de frangos, apresentando valores médios de 1,10 mg/m³, enquanto os galpões de poedeiras em piso foi de 0,40 mg/m³ e em gaiolas, de 0,27 mg/m³. Os gases NO (óxido nítrico) e CH₄ apresentaram-se em baixas concentrações na atividade de avicultura, mas foram avaliados pela contribuição no aquecimento global e mudanças climáticas.

Em um segundo estudo, Wathes *et al.* (1998) avaliaram a qualidade do ar sob parâmetros de concentração de microorganismos, partículas de pó, gases e endotoxinas, em 329 instalações diferentes, para a criação de três espécies (aves, suínos e bovinos) em quatro países do Norte da Europa. Foi nos aviários onde se encontrou a maior concentração de amônia (variando entre 5 a 30 ppm), partículas de poeira (inalável de 3,60 mg/m³ e respirável de 0,45 mg/m³), endotoxinas (na fração inalável de 52 a 187 mg/m³) e a maior emissão do gás para a atmosfera entre as espécies, expressa em LU (Liveweight Unit)¹.

3.1.1 Relação com saúde e meio ambiente

Voermans (1997) ressaltou a importância do correto dimensionamento das instalações de produção animal e do controle das suas condições climáticas internas para o equilíbrio do binômio “saúde e doença” de suínos. Segundo o autor, o microclima, expresso pela temperatura, umidade e velocidade do ar, a luz e as concentrações de diferentes gases e poeira no ar, além de um sistema de ventilação adequado, são as melhores garantias de saúde animal, mantendo afastados os agentes patogênicos e suas rotas de infecção dentro e entre as instalações. E mais, que a cooperação mútua entre uma equipe multidisciplinar composta de médicos veterinários e especialistas em construção rural, nutrição e produção, é vital para a eliminação das diversas doenças que acometem a produção de suínos.

Ogilvie (1997) na mesma linha, propõe uma reformulação nos padrões de controle ambiental. Neste novo contexto, três seriam os pontos-chaves: saúde e segurança, principalmente ligadas à qualidade do ar interna destas instalações, focando tanto a saúde dos animais que vivem 24h/dia em confinamento, quanto a dos trabalhadores que permanecem 4 a 8 h/dia no mesmo espaço de produção; ergonomia, que torne o trabalho mais produtivo e confortável para os

¹ LU (Liveweight Unit) - unidade de peso vivo adotada para medida comparativa de diferentes instalações de produção animal, equivalendo a 500kg de peso vivo independente da espécie.

trabalhadores, trazendo bem-estar e conforto para os animais; e reavaliação dos materiais que compõem os equipamentos, para que tenha maior resistência à corrosão e proporcionem uma redução nos custos de implantação destes sistemas de controle ambiental para o produtor.

3.1.1.1 Saúde Humana

As doenças respiratórias que acometem os produtores rurais datam de 1700, mas foram necessários dois séculos para que a ciência iniciasse seus estudos relacionando os riscos da inalação de poeiras orgânicas sobre a saúde destes trabalhadores. O primeiro trabalho na Europa relatando os riscos a que se submetiam produtores de suínos foi publicado em 1977, o que deu início a uma série de conferências, que atualmente discutem tópicos sobre riscos à saúde humana, os danos causados, definições de agentes e métodos de detecção, terminologia padronizada e a criação da comunidade científica dedicada a este assunto (DONHAM, 1999).

Um estudo de Dosman *et al.* (1997), no qual foram comparadas as condições de saúde dos sistemas respiratórios de trabalhadores de granjas de produção industrial de suínos, trabalhadores de produção de grãos e um grupo controle, demonstrou que os dois primeiros grupos, de produção de suínos e de grãos, apresentam os mais altos riscos de desenvolver doenças respiratórias crônicas que o grupo controle.

Segundo Donham & Cumro (1999), os trabalhadores rurais de granjas de produção de aves sofrem dos mesmos sintomas agudos e crônicos que os de produção de suínos: tosse, fleuma, irritação ocular, dispnéia, dificuldade respiratória, fadiga, congestão e descarga nasal, dor de cabeça, irritação na garganta e febre. As medidas básicas de FVC (Capacidade Vital Forçada) e FEV₁ (Volume de Expiração Forçada em um segundo) mostraram-se reduzidas em trabalhadores de incubatórios, granjeiros e apanhadores de frangos (ZUSKIN *et al.*, 1995 citado por DONHAM & CUMRO, 1999).

Um estudo conduzido por estes mesmos autores, acompanhando 257 trabalhadores rurais de diversas produções de aves (perus, ovos, frangos), concluiu que os padrões da OSHA (1994a e 1994b) são inapropriados para este tipo de produção, pelo fato da poeira encontrada em tais instalações ser de origem orgânica e contar muitas substâncias bioativas. Comparativamente, o limite de tolerância de 15 mg/m³ (OSHA, 1994) foi ultrapassado por cerca de 7,1% dos trabalhadores, o de 10 mg/m³ da ACGIH (2001), por 16%, o de 4 mg/m³ da poeira de grão da ACGIH (2001) foi ultrapassado por 54,2% dos voluntários e 74,8% estiveram acima dos 2,5

mg/m³ recomendados para produtores de suínos. Quando às endotoxinas, os valores oscilaram entre 0,24 – 39.167,00 EU/m³ (²) na fração de poeira total e 0,35 – 694,00 EU/m³ na fração respirável. Cerca de 10% das medidas excederam o limite proposto de 9 ng/m³ por Castellan *et al.* (1987, citado por DONHAM & CUMRO, 1999). A concentração de amônia oscilou entre 0 - 75 ppm, sendo ultrapassados por 5,7% dos trabalhadores seguindo as recomendações de 50 ppm da OSHA (1994), por 21,3% se adotado o limite de 25 ppm da ACGIH (2001) e aproximadamente, por 70% se comparar com as recomendações feitas por Donham *et al.* (1995, citado por DONHAM & CUMRO, 1999) para produtores de suínos (7,5 ppm). Com base nos resultados obtidos e cruzados com as reduções máximas de 3% de FEV₁, foram obtidos os seguintes valores limites para estes trabalhadores: poeira total (2,4 mg/m³), amônia (7 ppm), poeira respirável (0,16 mg/m³), endotoxina total (614 EU/m³) e endotoxina respirável (0,35 EU/m³).

Segundo Viegas (2000), atualmente, são constatados aumentos significativos do risco de morbidade e mortalidade por problemas respiratórios em fazendeiros e trabalhadores rurais. Essa questão tem maior agravante se considerar que 70% da força de trabalho em países em desenvolvimento pode estar diretamente ligada à agricultura. Os agentes são os mais diversos: poeira inorgânica do solo, poeira orgânica contendo microrganismos, toxinas ou alérgenos, gases de decomposição, pesticidas que podem causar processos obstrutivos ou síndromes tóxicas. Uma alta incidência de bronquiectasias, bronquiolite obliterante e limitação crônica do fluxo aéreo, assim como rinite, vêm sendo detectadas nas populações de trabalhadores de cuidam de animais.

Em estudo realizado por Kanerva (1993, citado por VIEGAS, 2000), 20% de todos os casos estudados de rinite ocupacional estariam relacionados à exposição a farinhas, poeiras de madeiras, pêlos de animais e fibras vegetais.

Estudo conduzido por Zhang *et al.* (1997) avaliou a qualidade do ar de instalações submetidas a tratamentos para redução da poeira e gases através da aspersão de óleo de canola sobre o piso e os animais em diferentes quantidades. Os tratadores foram avaliados segundo parâmetros de FEV₁ (Volume de Expiração Forçada em um segundo), FVC (Capacidade Vital Forçada), WBC (Contagem de Glóbulos Brancos) e MC (Variação de Metacolina). Os autores concluíram que a aspersão diária de 6 mL de óleo de canola/m², em média, reduz

² EU = Endotoxin Unit (Unidade de Endotoxina)

substancialmente, a concentração de poeira no ar e esta melhoria na qualidade do ar resultou em melhores padrões de FEV₁, FVC e WBC dos tratadores.

Em muitos países, o limite de concentração de amônia para trabalho de 8 h/dia é de 25 ppm e para curtos períodos de exposição, este nível aumenta para 35 ppm. Na Suécia, o nível máximo para permanência do tratador, é de 10 ppm (GROOT KOERKAMP *et al.*, 1998). No Brasil, a legislação permite a concentração máxima de 20 ppm no ar, dentro da indústria durante o turno de 8 h/dia de trabalho.

Para as condições brasileiras de produção de frangos de corte, Alencar *et al.* (2004), observaram redução na capacidade respiratória medida por FEV₁ e FVC em trabalhadores de granjas de baixa mecanização, com mais de 4 anos de atividade, sendo este risco potencializado em trabalhadores fumantes. O estudo recomenda o limite máximo de permanência de 5h/dia para atividades dentro dos galpões.

3.1.1.2 Saúde Animal

As doenças respiratórias em frangos de corte são freqüentes em todo o mundo e podem variar em sua etiologia - bactérias, fungos, vírus - e severidade, porém os princípios e a sintomatologias decorrentes são bastante semelhantes entre si.

Um dos sistemas de defesa natural mais importante que a ave tem contra as doenças respiratórias é o sistema mucociliar das suas vias aéreas superiores, que retém e, por movimentação contracorrente de pequenos cílios, elimina juntamente com o muco produzido, partículas de poeira, bactérias, fungos e vírus, evitando seu acesso aos pulmões e sacos aéreos. Apesar destes patógenos poderem paralisar os cílios e conseqüentemente, o fluxo de limpeza do muco, o agente mais comum que reduz a atividade desse importante sistema é a amônia, gás gerado da degradação do excremento das aves nas camas de criação (CASTRO, 1999). Com esta redução ou paralização da motilidade ciliar, o trato aéreo superior serve como porta de entrada para diversos agentes de doença que levam a um quadro comum, a aerossaculite: inflamação e espessamento dos sacos aéreos e presença de exsudato, que na análise macroscópica aparece como material branco ou amarelado, cremoso e com bolhas. Para a ave, isso implica em dificuldade respiratória, redução de apetite e de ganho de peso, predispondo ao aparecimento concomitante de outras patologias secundárias, que podem levá-la ao óbito. A ação da amônia,

portanto, representa risco ao criar condições para a instalação de doenças respiratórias nas aves, principalmente se associado a outros agentes.

Este aspecto é ressaltado por Belyavin (1993) que afirma que a combinação de agentes poluentes com outros fatores ambientais propícios pode trazer sérios efeitos sobre a resistência às doenças respiratórias, mais do que cada fator presente isoladamente.

Neste sentido, Hamilton *et al.* (1993) submeteram suínos a ambiente de altas concentrações de amônia (50 ppm) e de pó (5 mg de ovoalbumina/m³), e aplicaram inoculações de *Pasteurella multocida* intranasalmente, observando o aparecimento de rinite atrófica nestes animais como resultado de um efeito acumulativo desta associação. A exposição do sistema respiratório a estes poluentes pode ter criado uma condição favorável para a colonização da bactéria no organismo.

Busse (1993) fornece dados sobre a relação das variáveis ambientais com a saúde animal. Comparando as condições climáticas de granjas de suínos que apresentaram doenças respiratórias ou canibalismo com as que não apresentaram, encontrou-se nas primeiras, altos níveis de CO₂ e NH₃, e maiores taxas de umidade relativa e velocidade do ar. Quanto à metodologia de coleta, observou-se que medidas de NH₃ coletadas ao longo de 24h foram maiores que as coletadas nas mesmas condições por curto período de tempo (coletas instantâneas). Foram maiores também, durante à noite devido à maior remoção deste gás durante o dia pela ventilação. Houve uma grande diferença entre as temperaturas interna e externa, nas granjas que apresentaram problemas, indicando a importância das questões de ambiência na evidência de doenças respiratórias.

Miragliotta (2000), estudando a emissão de amônia em galpões de produção de frangos de corte, obteve maiores concentrações de amônia no ar e maiores índices de condenação total de carcaça por aerossaculite no sistema de produção em alta densidade (18 aves/m²) com ventilação tipo túnel na fase final de produção, quando comparado ao sistema convencional (13 aves/m² e ventilação natural e mecanizada). No galpão em alta densidade, o terço final do galpão onde se realizava a exaustão do ar que percorria toda a instalação, apresentou maiores concentrações do gás amônia em decorrência do arraste do ar. No entanto, este setor foi o que apresentou os menores índices de condenação de carcaça por aerossaculite no abatedouro. E contrariamente ao esperado, o setor de entrada do ar que apresentou menores concentrações do gás, foi o que apresentou maiores índices de condenação por esta doença respiratória. Concluiu-se que existiu

outro fator não estudado que poderia estar influenciando estes resultados. Sabe-se que a inalação de poeira em suspensão quando associada à inalação de amônia, favorece o desenvolvimento destas doenças por carregarem microorganismos para dentro do sistema respiratório das aves.

3.1.1.3 Meio Ambiente

Os principais reflexos ambientais relacionados à emissão e dispersão de gases a partir das instalações de produção animal, referem-se à deposição de ácido, aquecimento global, e efeitos locais e regionais da emissão de odores.

O Protocolo de Gothenburg, assinado por 31 países europeus em 1999, prevê a redução no teto de emissão de gases que causam acidificação e eutrofização (JONGEBREUR *et al.*, 2003). A eutrofização, resultante do desbalanceamento de nutrientes ocasionado de deposição destes gases, afeta o ecossistema, podendo inclusive acarretar desaparecimentos de espécimes. Quanto mais próxima às instalações, mais afetada é a vegetação de entorno. A Alemanha objetiva reduzir este teto para 30 – 55 kt NH₃ em 2030, enquanto os demais países acordaram em trazê-lo a 128 kt anuais.

Segundo o mesmo autor, a produção animal é responsável por grande parte da emissão de amônia na atmosfera, o que correspondia a 80% na Europa em 1990 e chegou a 94% na Holanda em 2000. A degradação do ácido úrico e urina em NH₃, por bactérias presentes nas fezes (enzima urease), pode levar de horas a alguns dias após a excreção. Sua emissão ocorre em todos os pontos onde exista o resíduo, ou seja, desde a instalação, no tanque ou lagoa de tratamento, no pasto e no solo, após sua aplicação como fertilizante.

Cerca de 40% do N excretado pelos animais de produção é perdido na forma de amônia, portanto, no controle na emissão de amônia dentro de galpões de produção de aves, são recomendadas a remoção regular dos resíduos e manutenção da cama-de-frango seca (GROOT KOERKAMP *et al.*, 1998).

Além da amônia, existem os gases de efeito estufa, sendo os principais, CH₄ (metano) e N₂O (óxido nitroso), que também são emitidos pelas instalações de produção animal. O N₂O atua na degradação da camada de ozônio na estratosfera, além de contribuir para o aquecimento global. Seus potenciais de aquecimento global são definidos pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) como 20 (CH₄) e 300 (N₂O) vezes mais que o potencial do CO₂. O metano é emitido em larga escala pela erutação dos ruminantes e flatos dos suínos, e sua emissão

é influenciada pelo consumo e digestibilidade do alimento. Estudos conduzidos na Europa, determinaram valores de 0,02 a 0,383 kg de CH₄ e 0,017 a 0,155 kg de N₂O produzidos por animal ano.

3.1.2 Gases no aviário

Hinz & Linke (1998a) apontam que a distribuição de poluentes aéreos nas instalações para criação de animais depende da tipologia da mesma, local de entrada e saída do ar, do fluxo de ar e do padrão de circulação interno do ar, e para tanto, a mensuração da taxa de ventilação é um requisito fundamental nestes estudos.

Hellickson & Walker (1983) demonstraram que existe a tendência de difusão dos gases seguindo o fluxo de convexão do ar e que CO₂, NH₃ e H₂S são produzidos constantemente nas canaletas de esterco, sendo suas concentrações, mais ou menos uniformemente distribuídas na instalação. Como fatores que intervêm na concentração de amônia nas construções, citam a influência da espécie, da temperatura e da taxa de ventilação presente. Em criação de frangos de corte, detalha melhor, mantidos a 24°C e com uma taxa de ventilação de 1,1 m³/h por ave, a concentração média encontrada variou de 15 a 90 ppm. Dobrando-se esta taxa para 2,3 m³/h por ave, reduziu-se a concentração para no máximo 50 ppm.

Numa criação inicial de matrizes em galpões convencionais, do 1º dia a 18ª semana de vida, a distribuição espacial dos poluentes aéreos foi determinada pela posição das suas fontes geradoras e sua força relativa de geração destes poluentes; pelo fluxo de ar predominante, dependente do local, da taxa de ventilação e da temperatura; e de forças físicas como difusão e sedimentação, cuja ação é de pequena escala. Concentrações de amônia foram maiores com o aumento da idade das aves, tendo uma pequena redução aos 29 dias e uma significativa variação com o local de coleta de amostras, influenciada por fatores físicos e químicos como pH, umidade e temperatura da cama (CONCEIÇÃO *et al.*, 1989). Seus resultados ressaltam a importância da variável tempo dentro dos ciclos de produção e, discordando de Hellickson & Walker (1983), apontam a influência do local de coleta de amostras.

3.1.2.1 Amônia

Um dos poluentes aéreos freqüentemente encontrado em altas concentrações nos aviários é a amônia (SAINSBURY, 1981). A amônia, gás incolor de odor acre, mais leve que o ar e solúvel em água, é produzida durante a degradação biológica do esterco, juntamente com ácido sulfídrico (H_2S), metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2). Outros gases se formam no processo de decomposição dos resíduos dos animais, tais como aminas, amidas, álcoois, aldeídos, cetonas, dissulfidos, carbonil sulfidos e ácidos graxos, porém em quantidades tão diminutas que seus limites não são considerados na produção animal (HELLICKSON & WALKER, 1983).

No excremento das aves, o nitrogênio está presente em 70% na forma de ácido úrico e 30% como proteínas não digeridas (GROOT KOERKAMP, 1994). A degradação aeróbia do ácido úrico resultando em amônia e gás carbônico, se dá através da enzima uricase, encontrada nos microrganismos presentes nos excretas.

No caso específico dos suínos, Nielsen (1993, citado por ROM & DAHL 1997), encontrou nos seus estudos que somente uma pequena porcentagem da ração é absorvida pelo trato intestinal dos animais. Cerca de 70% do nitrogênio ingerido chega a ser excretado, seja na forma de uréia pela urina ou como proteínas não digeridas nas fezes. Os autores, por sua vez, encontraram valores bastante próximos aos citados, em que da média de 5,3 kg de N/suíno, somente 1,6 kg N/suíno foi absorvido (cerca de 30%), 0,7 kg N/suíno foi emitido na forma de gás amônia e 3,0 kg/suíno foi removido das instalações. Para Groot Koerkamp *et al.* (1998), esta reação de degradação envolve cerca de 8 a 40% do total de ácido úrico produzido pelas aves por dia, no caso de produção de frangos de corte.

Alguns fatores como temperatura, pH e umidade da cama-de-frango exercem influência sobre esta reação (ELLIOT & COLLINS, 1982) e devem ser avaliados em estudos sobre qualidade do ar dentro dos ambientes de produção. BAIÃO (1996) determina alguns valores de influência para o aumento na reação de degradação dadas pelo aumento na temperatura, principalmente entre 25° e 30°C; pH maiores que 5,5, sendo ideal o pH 9,0 (alcalino); e teor de umidade da cama-de-frango variando entre 40 e 60%.

Em situações anaeróbias, o material orgânico é fermentado, produzindo-se muitos gases, tais como amônia, metano, dióxido de carbono, ácido sulfídrico e ácidos graxos (PAINTER, 1977 citado por GROOT KOERKAMP *et al.*, 1998).

Wathes *et al.* (1998) citam que a volatilização da amônia envolve uma fase de equilíbrio entre NH_4 (líquido) e NH_3 (gás), muito influenciada pela temperatura, pH da cama-de-frango e velocidade do ar. Com pH acima de 7,0, altas temperaturas e aumento na velocidade do ar, emite-se mais amônia para o ambiente por volatilização.

A preocupação com a emissão de amônia das instalações de criação de animais não se restringe apenas ao ambiente interno. Segundo Groot Koerkamp *et al.* (1998), a amônia tem sido estudada por refletir em severos efeitos ao meio ambiente. A contribuição dada pela amônia na emissão e deposição de ácidos no meio ambiente foi estimada em 45% na Holanda no ano de 1989. Cerca de 85% (mais de 220.000 t/ano) do total de emissão de amônia neste país advêm de criatórios animais e dentre estes, as granjas de aves e suínos são os maiores contribuintes.

À semelhança da diversidade encontrada nas legislações, a concentração e efeitos deletérios da amônia sobre a saúde humana e animal são bastante discutidas.

O impacto da amônia sobre o bem-estar animal foi determinado pelo *Farm Animal Welfare Council's* (FAWC, 1992) que primeiramente, listou a cinco liberdades dos animais domésticos e relatou o atual *status* do efeito da amônia sobre esta liberdade, como segue e forneceu uma indicação sobre as necessidades de futuras pesquisas no assunto:

- Estar livre de fome, sede ou má-nutrição – a amônia reduz o consumo de alimentos causando redução no ganho de peso. Os efeitos sobre a sede e o comportamento ao se alimentar e beber a água ainda não são conhecidos;
- Estar livre de desconforto – a amônia causa irritação das membranas das mucosas, causando desconforto ao longo de seu ciclo de vida;
- Estar livre de dor, injúria ou doença – a amônia causa lesões nos sacos aéreos, ceratoconjuntivites e aumento da susceptibilidade às doenças;
- Estar livre para expressar seu comportamento normal – as poedeiras mostram preferência ao se alimentar, limpar as penas e descansar por ambientes com ar fresco ao invés de ambientes com gás amônia;
- Estar livre de medo e estresse – estudos futuros estariam investigando se as aves consideram a amônia adversa.

Segundo Curtis (1983), o efeito da amônia sobre a saúde animal ocorre, em primeira instância como irritante de mucosas dos olhos e das vias respiratórias, e posteriormente, quando cai na corrente sanguínea, tem efeito tóxico sobre o metabolismo fisiológico. Em concentrações

abaixo de 100 ppm, valor normalmente encontrado nas instalações, as sintomatologias mais comuns associadas são: intensa secreção de muco pelo epitélio das vias respiratórias, onde a amônia se dilui; hiperventilação, como forma de minimizar o contato da amônia com os pulmões e maximizar o seu contato com as vias respiratórias superiores onde seria retida; constrição brônquica, para potencializar o efeito da hiperventilação; e hiperplasia do epitélio de brônquios e alvéolos, especialmente de células produtoras de muco. A motilidade ciliar é sensível à hiperplasia do epitélio ocorrendo redução nos movimentos. Normalmente, este quadro é reversível, mas em concentrações extremamente elevadas, as lesões podem chegar aos pulmões, atingindo o epitélio alveolar e causando dificuldade respiratória, tosse, edema e até lesões permanentes no órgão.

Sintomas de hiperventilação, dificuldade respiratória, secreção ou tosse podem ser comuns em diversas patologias respiratórias e mesmo, em alguns deles, nos quadros de estresse calórico. a confirmação dos quadros sintomatológicos como sendo causados pela ação da amônia sobre as vias respiratórias deve ser feita através de análise patológica deste material.

Sainsbury (1981) afirma que até 50 ppm, considera-se seguro para a saúde do trabalhador. De 50 a 100 ppm, a amônia pode ser inalada sem grandes conseqüências. De 100 a 200 ppm, a amônia induz sonolência, salivação e inapetência, e nas aves, o crescimento é reduzido, ocorrendo ceratoconjuntivites e redução do apetite. As doenças respiratórias estão freqüentemente associadas a este quadro e na maioria dos casos, ocorrem na forma subclínica, tendo diferentes agentes causais e pouco respondendo à vacinação e ao tratamento medicamentoso, além de causar uma debilidade crônica nas aves.

Estudos têm relatado o efeito da amônia sobre a redução no ganho de peso das aves em concentrações acima de 100 ppm. Perus expostos a 20 ppm de NH_3 por longo tempo, apresentaram problemas pulmonares após a 6ª semana quando comparados aos criados em ambientes livres deste gás e apresentaram-se mais susceptíveis ao vírus da Doença de Newcastle (HELLICKSON & WALKER, 1983).

Em um outro estudo com frangos de corte criados em câmaras climáticas com três níveis de umidade relativa (UR) do ar e dois níveis de velocidade do ar, foram avaliados o ganho de peso, conversão alimentar, condições da cama-de-frango, concentrações de amônia no ar e qualidade da carcaça. Aumentos nas concentrações de amônia do ar, piora nas condições da cama-de-frango, aparecimento de queimaduras por amônia nas carcaças e lesões nos pés e pernas,

tiveram correspondência com aumentos na UR do ar. O ganho de peso, inversamente relacionado com os níveis de UR do ar, estaria relacionado às condições da cama-de-frango e aos níveis de amônia encontrados nestas situações e não com as condições de umidade da atmosfera, propriamente dita. A velocidade do ar pouco influenciou o ambiente, embora baixos níveis de umidade e de compactação da cama-de-frango foram observados com aumentos nos níveis de ventilação do ar interno (WEAVER & MEIJERHOF, 1991).

Outro estudo indica que a tolerância às altas concentrações de amônia se reduz, se acompanhado de altas taxas de umidade relativa do ar. Preconiza-se o controle das taxas de umidade relativa do ar nos primeiros estágios de vida dos pintos, pois isso influenciaria na produção de amônia nos estágios subseqüentes, decorrente das condições da cama-de-frango (BELYAVIN, 1993).

3.1.2.2 Fatores que influenciam a emissão de amônia

A tipologia construtiva dos aviários, associada ao macroclima local, à topografia e à vegetação de entorno, influencia nas condições do microclima interno: temperaturas, ventilação e fluxo, velocidade e umidade relativa do ar.

Em estudo comparativo de dois aviários com sistemas de ventilação natural e mecanizada, avaliou-se a concentração de poeiras respiráveis e de amônia no ar durante 24h consecutivas observando-se maiores concentrações de poeira no sistema de ventilação mecanizada (com menor taxa de ventilação efetiva) e redução das concentrações de amônia com o aumento do fator de ventilação neste mesmo sistema (WICKLEN & ALLISON, 1989).

Já em estudo realizado para avaliação da qualidade do ar em dois tipos de produção de perus, com cortinas e portas de correr, em duas estações (verão e inverno), concluiu-se que não houve uma influência direta do tipo de ventilação natural sobre a produtividade das aves ou sobre os parâmetros ambientais estudados, sugerindo que a condição do meio ambiente seja multifatorial. (DeBEY *et al.*, 1994).

Verstegen *et al.* (1994), estudando a produção de amônia em diferentes tipos de piso, concluíram que exala-se mais amônia em pisos sem insolação e com cama de serragem, do que com palha, indicando que as características construtivas influenciam na produção do gás em questão. Devido à dificuldade de se predizer a taxa de emissão de amônia no ambiente, os autores não recomendam basear a taxa de ventilação presente sobre os níveis de amônia, mas sobre a

concentração de gás carbônico, umidade relativa, ocorrência de condensação e as temperaturas de máxima e mínima. Recomenda-se uma faixa de 0,8 m³/h.kg (peso vivo de ave), sendo acrescida de 10-15% no verão.

Estudo conduzido por Abreu *et al.* (1998) determinou os efeitos dos sistemas de aquecimento para criação de aves sobre os teores de umidade da cama-de-frango e a de amônia no ambiente. Os maiores teores de amônia foram encontrados nos sistemas de cobertura (células), onde a umidade dentro dos círculos de proteção é maior, principalmente no horário de coleta das 4:00h da manhã. As concentrações não ultrapassaram os 10 ppm, considerados seguros para a criação animal

Lewis & Nicholson (1980) compararam a influência de três sistemas de ventilação (lenta, média e rápida) sobre a umidade da cama-de-frango e a concentração de amônia no ar, e concluíram que uma baixa taxa de ventilação torna a cama mais úmida e o ambiente, com maior concentração de amônia. Houve uma diferença significativa entre os pesos de abate final nos três tratamentos, sendo proporcional à taxa de ventilação, mas não houve diferença entre conversão alimentar, na mesma idade. Surgiram pequenos pontos brancos na córnea dos animais com seis semanas submetidos a baixas taxas de ventilação subsequente à vacinação, mas que regrediram após a equiparação de velocidades do ar no final do experimento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, no que se refere às taxas de condenações de carcaças.

3.1.2.3 Coleta de amônia

Baseado em pesquisas publicadas ao longo dos anos, o BSI - *British Standards Institution* procura revisar normatizações desde 1987, padronizando procedimentos de estudo em instalações de produção animal, tais como: locais de coleta de amostras para cada espécie considerando-se o comportamento e o peso do animal, quantidade de amostras necessárias para que o estudo tenha a acurácia desejada, e o tempo de coleta de dados por no mínimo 24 h, independente de outras medições requeridas pelo objetivo do estudo. Estudos mais recentes procuram avaliar a distribuição temporal e espacial das variáveis do ambiente, ao invés da coleta única por um curto período de tempo e determinam que a higienização do ar pode ser feita através do manejo da taxa de ventilação e pelo controle do padrão de fluxo de ar existente na instalação, o que reflete na performance animal (BOON, 1992).

Wathes *et al.* (1997), seguindo recomendações estipuladas pelo “Workshop europeu de amostragem de aerossóis em instalações de produção animal” coletaram medidas durante 24h em 12 aviários de frangos de corte e poedeiras criadas em poleiros e gaiolas. Foram tomadas medidas de sete locais no corte transversal das instalações assim distribuídas: três na altura das aves, três na altura dos tratadores e um na saída do ar da instalação. Concentrações de amônia variaram de 12,4 ppm para as poedeiras com poleiro a 24,2 ppm para frangos de corte, com máxima registrada de 40 ppm. Estes valores excedem o limite de exposição para animais preconizado pelo CIGR (*Commission Internationale du Génie Rural*, 1984), de 20 ppm. Não foram encontradas diferenças entre dados coletados de dia e de noite, refletindo uma combinação de efeitos da mudança da taxa de ventilação para controle da temperatura do ar e outras taxas. Foram encontradas nos aviários de frango de corte, maiores concentrações de amônia no inverno do que no verão provavelmente devido ao fato da taxa de ventilação no inverno corresponder à metade do verão. Apesar da concentração ser muito alta por unidade de peso vivo, aviários apresentaram uma modesta contribuição em comparação às criações de animais de grande porte, contrariamente aos resultados obtidos por outros grupos de pesquisa.

Em projeto multinacional realizado no Norte da Europa, foram encontradas variações entre países e tipologia construtiva na concentração e emissão da amônia, e altos coeficientes de variação entre aviários comerciais de mesma tipologia construtiva. Embora não se tenha realizado uma modelagem da variação sazonal, os poucos dados colhidos permitiram relacionar as reduções nas concentrações e emissões de amônia com o aumento da temperatura externa coletada e os autores ressaltam que as variações diárias na concentração e emissão de amônia não podem ser negligenciadas (GROOT KOERKAMP *et al.*, 1998).

Em aviários, as variações nas concentrações de amônia dependem muito da posição das cortinas, ou seja, da renovação do ar. As maiores concentrações e variações foram encontradas no verão quando comparados ao inverno. Foram tomadas medidas contínuas durante o dia, noite e durante um período das 11:00 às 13:00 h, que se mostrou representativo quanto à concentração diária de amônia, por chegar muito próximo aos valores encontrados no monitoramento contínuo (HINZ & LINKE, 1998b).

Burns *et al.* (2003) utilizando sensores eletroquímicos (*Dräger Polytron II*) observaram que estes se saturaram rapidamente, quando expostos a altas concentrações de amônia dentro de galpões de produção de frangos de corte. A troca por modelo anterior (*Dräger Polytron I*) foi

realizada, mediante calibração a cada 42 dias e aferição *in situ* com tubos reagentes de detecção instantânea para averiguação da saturação dos sensores. Outros modelos são mais indicados para avaliação de altas concentrações de amônia, tais como analisador por quimioluminiscência de conversão de NO_x ⁽³⁾ para NH₃, espectroscopia por infra-vermelho e espectroscopia foto-acústica (JONGEBREUR, 2003).

Um dos aspectos de maior importância ao se tratar da emissão de amônia é o cálculo da taxa de ventilação da instalação. Este fato é ainda mais complexo quando se trata de instalações com ventilação natural. Para tanto, são indicados alguns métodos: balanço de massa de CO₂, medição da velocidade do ar na seção transversal do galpão, uso de gás traçador (*Krypton* 85 para medições de curta duração com muitos pontos de coleta ou *SF*₆ para medidas contínuas).

A partir da década de 70, a preocupação com a emissão de odores pelas instalações de produção animal fez com que a Alemanha publicasse suas várias normativas VDI (*Verein Deutscher Ingenieure* - Associação de Engenharia da Alemanha) para determinação da distância segura da propriedade às áreas públicas e residências. Recentemente, foi lançada a normativa TA-Luft (*Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft* - Manual Técnico de Qualidade do Ar) de determinação da distância segura para emissão de amônia que se baseia nas influências de vários fatores: condições climáticas externas, a espécie, massa e idade do animal; manejo; tecnologias de alojamento e tratamento de resíduos; e tipos de bebedouros, comedouros, instalação, ventilação e exaustão do ar.

Estudo avaliando diferentes instalações e sistemas de ventilação para produção de aves (patos, perus, poedeiras, matrizes e frangos de corte), encontrou uma relação direta entre altas taxas de emissão de amônia e odores (OU, *Odour Unit* ou Unidade de Odor) na produção de patos (376 OU/LU e 40,6 g/h.LU) e perus (138 OU/LU e 11,3 g/h.LU), e instalações naturalmente ventiladas com elevadas correntes de ar. Para frangos de corte, foram encontradas médias de 3,1 g/h.LU) de amônia e 79 OU/LU para odor com medições de curta duração, sendo que a emissão de amônia cresceu rapidamente nas fases finais de produção quando a massa do animal e a quantidade de esterco produzido aumentam (Müller *et al.*, 2003).

³ NO_x - nomenclatura dos oxiácidos que se baseia no numero de oxidação do elemento químico central da molécula.

3.1.2.4 Medidas mitigadoras

Baseados neste fato, pesquisadores estabelecem correlações entre os níveis de proteínas nas rações e os de emissão de amônia pelos dejetos finais. Hendriks *et al.* (1997), seguindo a recomendação do Governo da Holanda que estabeleceu a meta de redução de emissão de amônia de 70% até 2005 com base em estudos dos anos 80, obtiveram a redução de 37% na emissão do gás adicionando Carbonato de Cálcio (CaCO_3) nas rações dos animais, quando comparado a um grupo controle. A redução no pH (de 7,44 – controle para 5,3 - estudo) causado pela adição deste componente, favoreceu a diminuição na emissão do gás para a atmosfera.

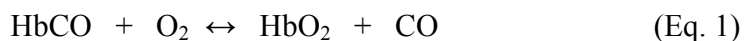
Hörnig *et al.* (1997) citam que 80% da emissão de amônia mundial têm origem nas atividades de produção animal e sugerem o uso de aditivos nas rações para redução desta emissão. Os autores compararam a emissão do gás resultante da adição de diferentes aditivos (bentonita, minerais, ácido láctico, leveduras e algas) aos dejetos e concluíram que a bentonita reduz significativamente a emissão de amônia e odor (medido por olfatômetro), mantendo uma alta concentração de *amonium* nos dejetos. A acidificação dos dejetos com ácido láctico previne não somente a emissão de amônia (cerca de 90%), mas também de CH_4 e N_2O , reduzindo o pH dos dejetos a 4,5. O odor não foi reduzido na sua quantidade, mas observou-se uma modificação na sua característica que se aproximou ao odor da silagem, o que sugere a presença de ácido butírico na sua composição.

3.1.2.5 Monóxido de Carbono

Quanto à exposição aos gases, o CO (monóxido de carbono) resultante da queima incompleta do gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo, composto por propano e butano), pode causar anóxia e afetar os sistemas cardio-vascular, nervoso central e reprodutivo das aves, quando presente em altas concentrações no ar. Segundo Café & Andrade (2000), o monóxido de carbono presente a 0,04 a 0,05% no ar, causa sintomas de intoxicação como sonolência, respiração laboriosa, incoordenação, opistótono, espasmos, convulsão e morte.

Swenson (1996) coloca que a exposição a 0,1% (1000 ppm) causa lesões graves nas aves quando expostas por 30 a 60 minutos. Nestas condições, observou-se que 20% da hemoglobina encontram-se na forma de carboxihemoglobina, que não exerce a função de transporte de O_2 para os tecidos do organismo. O CO tem uma afinidade 200 vezes superior à molécula de ferro do radical heme quando comparado ao oxigênio e a equação só tende à direita, a sua dissociação, em

locais onde exista alta pressão de oxigênio dissolvido no sangue, como no caso dos alvéolos pulmonares, caso contrário, presencia-se uma redução na oxigenação dos órgãos.



O CIGR (1989) recomenda o limite máximo de exposição de 10 ppm de CO para os animais. Para o trabalhador, ACGIH estabelece o máximo de 25 ppm, a NIOSH, de 35 ppm e a OSHA, de 50 ppm para 8h trabalho/dia. O limite mínimo de O₂ é de 19,5%, sendo normalmente encontrado na composição do ar atmosférico a 20,9%.

3.1.3 Poeira

Existem quatro riscos básicos originados pela geração de poeiras ou particulados nas instalações de produção de animais: a saúde do trabalhador, a saúde animal, a deterioração de equipamentos e das instalações, e a saúde dos vizinhos (DONHAM, 1999).

Desde 1932 quando foi publicado o primeiro artigo “*Farmer’s Lung*” (CAMPBELL, 1932 citado por DONHAM, 1999) até 1999, foram identificados os seguintes tópicos de interesse no estudo da presença de poeiras nas instalações de produção animal que podem vir a prejudicar a saúde do trabalhador:

- Ao menos 60% dos trabalhadores de granjas de produção confinada de suínos apresentam sintomas agudos ou sub-agudos do aparelho respiratório (tosse seca, dificuldades respiratórias, irritação de nariz e olhos, dentre outros);
- Cerca de 25% destes trabalhadores apresentam periodicamente, sintomas de febre aguda, dor de cabeça, nos músculos, dificuldade respiratória e tosse que são denominados atualmente como ODTS (*Organic Dust Toxic Syndrome*);
- Cerca de 25% destes indivíduos apresentam bronquite crônica, asma não alérgica ocupacional, e sinusite crônica não infecciosa; sintomas crônicos tendem a ser potencializados se expostos a mais que duas horas por dia e mais que seis anos;
- As endotoxinas e as (1-3) β-D glucans são substâncias derivadas das paredes celulares de bactérias gram-negativas que causam processos inflamatórios e severos danos às células do organismo;

- Pesquisas têm revelado o mecanismo patogênico da instalação de doença crônica inflamatória nos seres humanos e animais;
- Existem recomendações de exposição baseadas na dose-resposta de exposição a poeiras: poeira total (2,4 mg/m³), poeira respirável (0,23 mg/m³) e endotoxinas (800 EU/m³);
- A sua composição origina-se da ração (diâmetros maiores que 50 µm), material fecal, microorganismos e células epiteliais.

Santos & Amaral (2001) definem aerodispersóides como um conjunto de partículas, sólidas ou líquidas, suspensas em meio gasoso pelo tempo suficiente para permitir a sua observação ou medição. Seu tamanho varia de 0,001 a 100 µm. Neste contexto, partícula se refere a uma unidade simples da matéria, tendo geralmente, uma densidade próxima da densidade intrínseca do material original e poeiras seriam partículas sólidas de qualquer tamanho, natureza ou origem, formada por trituração ou outro tipo de ruptura mecânica de uns materiais originais sólido, suspensas ou capazes de se manter suspensas no ar. Essas partículas têm formas irregulares e são maiores que 0,5 µm.

Segundo os mesmos autores, as poeiras podem ser classificadas pela:

- FORMA: importante fator que influencia a impactação e deposição inercial no sistema respiratório e os projetos de instrumentos adequados para amostragem e análise das partículas. Existem ilimitadas formas de partículas.
- ORIGEM: minerais. Quartzo (areia, argila, carvão, caulim), asbesto (crisotila, anfíbolios, fibrocimento), metais (alumínio, ferro, chumbo, manganês); animais (pele, pêlos, escamas, plumas); vegetais (madeiras, grãos, cereais, palha).
- TAMANHO: influencia o local de deposição no sistema respiratório humano. O estudo do comportamento geral da população de partículas requer o conhecimento do número de partículas que existe em cada faixa de tamanho.

A classificação das poeiras, segundo a *American Conference of Government Industrial Hygienists* (ACGIH, 2001) é realizada segundo seu tamanho e áreas de deposição (Tabela 1).

Para Algranti (1996), estes aerossóis podem ser classificados em fibrogênicos e não fibrogênicos. Os aerossóis fibrogênicos são capazes de induzir uma reação orgânica que resulta

na decomposição de tecido conectivo nas regiões do tecido pulmonar e são compostos principalmente, de particulados sólidos minerais e alguns orgânicos de interesse, como os fungos contaminantes. Já os aerossóis não fibrogênicos ou inertes, como fibras de algodão, mesmo depositando-se no sistema respiratório têm reduzida capacidade de gerar uma reação orgânica, geralmente uma inflamação decorrente da formação de máculas carregadas de poeiras (fagocitadas) que pode caminhar eventualmente, para uma fibrose.

Tabela 1. Classificação das partículas por tamanho e comprometimento do organismo.

TIPO	TAMANHO	ÁREA COMPROMETIDA	DOENÇAS RELACIONADAS
INALÁVEIS	< 100 μm	Vias aéreas superiores: nariz, boca, nasofaringe, orofaringe, laringofaringe, laringe	Irritação do septo nasal, faringe e laringe, câncer de faringe e laringe.
TORÁICAS	< 25 μm	Região traqueobronquial: traquéia, brônquios, bronquíolos (bronquíolos terminais)	Broncoconstrição, bronquite crônica, câncer bronquial
RESPIRÁVEIS	< 10 μm	Região de troca de gases: bronquíolos respiratórios, dutos alveolares, sacos alveolares, alvéolos	Pneumoconioses, enfisema, alveolite, câncer pulmonar.

Para Santos & Amaral (2001), os efeitos podem ser classificados em:

- Efeitos fibrogênicos e cancerígenos: desencadeamento de reação que produz uma fibrose localizada ou difusa do tecido pulmonar, como no caso do quartzo e do asbesto (quartzo – produz lesões pulmonares nodulares e asbesto – produz fibrose difusa com engrossamento pleural que pode originar tumores malignos);
- Efeitos tóxicos sistêmicos: quando os efeitos alcançam o sistema nervoso central, fígado ou rins;
- Efeitos cutâneos: pelo formato, composição química ou capacidade de adsorver outras substâncias, certas poeiras podem dar origem a dermatites irritativas ou alergias. Sua inalação pode causar urticária alérgica; e
- Efeitos irritantes: de mucosas dos olhos, do trato respiratório, provocando avermelhamento, queimação, lacrimejo, tosse, espirro e inchaço.

Quando são analisados os limites de dose-resposta que envolvem riscos à saúde dos trabalhadores e o sinergismo dos efeitos dos poluentes, Donham (1999) estabelece os seguintes limites de exposição: poeira total ($2,4 \text{ mg/m}^3$) e poeira respirável ($0,16 \text{ mg/m}^3$), amônia (12 ppm), endotoxinas totais (614 EU/m^3) e endotoxina respirável ($0,35 \text{ EU/m}^3$).

Os limites estabelecidos pela *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) para poeira total corresponde a 15 mg/m^3 (OSHA, 1994b) e para a poeira respirável, de 5 mg/m^3 (OSHA, 1994a). Para a ACGIH (2001) são estabelecidos como limites máximos de 10 mg/m^3 de poeira total na amostra de ar, e de 3 mg/m^3 para a poeira respirável.

No que se refere às condições ambientais para produção animal, um estudo detalhado sobre a composição da poeira determinou as seguintes concentrações médias de particulados retirados de galpões de frangos de corte: matéria-seca $911,0 \pm 4,4 \text{ g/kg}$, cinzas $97,4 \pm 16,1 \text{ g/kg}$, nitrogênio $169,0 \pm 2,3 \text{ g/kg}$, fósforo $6,44 \pm 0,29 \text{ g/kg}$, potássio $40,3 \pm 1,4 \text{ g/kg}$, cloro $4,19 \pm 0,44 \text{ g/kg}$ e sódio $3,23 \pm 0,34 \text{ g/kg}$. A análise microscópica revelou que as amostras eram compostas principalmente, de fragmentos de penas ($> 10\%$) e cristais ($> 10\%$, sendo provavelmente cristais de urato), e secundariamente, por ração ($< 1\%$), e microrganismos e bolores ($< 1\%$), sendo que não foram encontrados fragmentos de excrementos nas amostras. A análise do tamanho das partículas, revelou que os tamanhos de partículas mais freqüentes encontravam-se nas faixas maiores que $9 \text{ }\mu\text{m}$ ($61,4\%$) e entre $5,8 - 9,0 \text{ }\mu\text{m}$ ($21,0\%$), e as demais faixas até $0,43 \text{ }\mu\text{m}$, representando $17,6\%$ das contagens efetuadas (AARNIK *et al.*, 1999).

O efeito da umidade relativa do ar sobre a concentração de poeira inalável e respirável em câmaras experimentais de produção de frangos de corte foi discutido por Ellen *et al.* (1999). Os autores concluíram que a poeira inalável ($< 100 \text{ }\mu\text{m}$) é significativamente reduzida em condições com umidade relativa estabilizada em 75% quando comparada ao controle, sob influências das condições naturais locais. A poeira respirável não foi afetada.

A maior ou menor produção e suspensão de poeira no ar é influenciada pelo tipo de material utilizado, a temperatura e a umidade da cama-de-frango, pela atividade das aves e pela ventilação empregada no galpão. Sua produção pode ser reduzida através do controle destes fatores que são, na realidade, decorrentes do microclima local determinado pela temperatura interna, a umidade relativa do ar e a ventilação predominante.

Nas condições brasileiras, os frangos de corte são produzidos preferencialmente, em galpões orientados no sentido leste-oeste, em sistema aberto (com ventilação natural associada à

mecanizada na fase final de produção) ou fechado (tipo túnel, com cortinas suspensas e sistema mecanizado de ventilação), ambos visando garantir os requisitos de conforto térmico dos animais.

As altas densidades de criação empregadas pela avicultura moderna representam hoje um fator agravante para o aumento da produção de poeira. Este manejo está sendo cada vez mais empregado pelos produtores objetivando maximizar seus ganhos, otimizar suas instalações, reduzir custos e acelerar a amortização dos seus investimentos. Nas condições convencionais brasileiras são produzidos 12 frangos/m² em média, que são abatidos ao redor de 45 dias de idade com aproximadamente 2,30 kg/frango, o que produz 27,60 kg de frango/m². No sistema em alta densidade, empregando de 16 a 20 frangos/m², o rendimento produtivo pode chegar a 40 kg/m². Este adensamento, além de incrementar a emissão de gases e poeira pela cama, pode afetar os índices zootécnicos da produção, a qualidade sanitária na criação e da carne das aves.

A concentração de poeira nos aviários apresenta uma das maiores médias, sendo de 3,83 a 10,4 mg/m³ para poeiras inaláveis e de 0,42 a 1,14 mg/m³ para poeiras respiráveis, quando comparadas às condições de produção de outras espécies (HARTUNG & SEEDORF, 1999). Outro estudo avaliando as condições de produção de bovinos, suínos e aves, em quatro países europeus, Inglaterra, Holanda, Dinamarca e Alemanha, mostrou que a concentração média de poeira inalável em galpões de aves encontrou-se na faixa de 3,60 mg/m³ enquanto a respirável, em 0,45 mg/m³, superiores às demais espécies. E da mesma maneira, as concentrações de endotoxinas nas frações inalável (200 ng/m³) e respirável (21 ng/m³) de poeiras (TAKAI *et al.*, 1999).

Em termos de metodologia de coleta, a poeira total é descrita como todo material cujo diâmetro fica retido no filtro de PVC com diâmetro superior a 5 µm. A poeira respirável é descrita como a fração mássica da poeira que fica retida no filtro de PVC de 5µm quando se faz uso do ciclone.

Saliba (2000), para a amostragem de poeira e outros particulados, recomenda a amostragem de jornada completa, principalmente aquela que avalia várias amostras consecutivas seqüenciadas perfazendo as 8h totais, seguida da amostragem contínua durante as 8h em amostra única. Se for adotada a amostragem parcial da jornada, esta deve cobrir ao menos 70% do total de horas da jornada de trabalho.

Santos & Amaral (2001) recomendam a elaboração de uma adequada estratégia de amostragem, descrevendo como os instrumentos de medição devem ser usados para a avaliação

da exposição ocupacional (de indivíduos ou grupos de indivíduos), envolvendo considerações sobre o local, duração, frequência e variabilidade no ambiente de trabalho. Procurar adotar estratégias que representem a realidade de trabalho, pois o resultado de amostragem em higiene ocupacional será sempre uma estimativa da exposição média verdadeira. Desta maneira, recomendam:

ETAPA 1 – primeiro contato com a atividade a ser monitorada:

- Verificar se existe risco para a saúde do trabalhador;
- Verificar se o ambiente de trabalho atende aos requisitos da legislação vigente;
- Monitorar a eficiência das práticas de trabalho e controles de engenharia adotados ;
- Colher dados para uso em estudos epidemiológicos;
- Identificar tarefas específicas de alto risco para que ações corretivas possam ser tomadas.

ETAPA 2 – Reconhecimento de Risco (visita ao local de trabalho):

- Tipos de operações de trabalho;
- Condições potencialmente perigosas e fontes geradoras de poeira (principalmente as que não podem ser vistas);
- Posicionamento do trabalhador em relação às fontes geradoras de poeira;
- Numero de trabalhadores por operação;
- N° de trabalhadores que circulam pela área;
- Horários de trabalho (turnos e ciclos de trabalho);
- Procedimentos de trabalho usados para desempenho das tarefas;
- Existência de ventilação natural e de sistemas de ventilação artificial;
- Uso de equipamento de proteção individual.

ETAPA 3 – Planejamento da estratégia de amostragem:

- Tipo de amostragem: o resultado de amostragem deve representar as condições reais de trabalho e de exposição a que são submetidos os trabalhadores. Podem ser:

Amostragem pessoal: na lapela do trabalhador, posicionado na zona respiratória (150 ± 5 mm das narinas do trabalhador).

Amostragem ambiental: dispositivo é colocado em um local fixo da área de trabalho;

→ Seleção de trabalhadores para a amostragem pessoal:

Trabalhadores de risco máximo: para aqueles que estão expostos ao maior risco;

Seleção aleatória de trabalhadores dentro de um grupo homogêneo de risco, quando não existe diferenciação de exposição.

→ Tempo de duração da amostragem:

Amostragem com amostra única de período completo: uma só amostra cobre a jornada de trabalho de oito horas.

Amostragem com amostras consecutivas de período completo: onde ao longo de toda a jornada de trabalho de oito horas, se obtêm duas ou mais amostras de mesma ou diferente duração.

Amostragem com amostras consecutivas de período parcial: amostras de iguais ou diferentes durações cobrem parte da jornada dos trabalhadores. Neste caso, deve ser amostrada pelo menos 70% da jornada de trabalho diária ou semanal, o que corresponde a seis a sete horas em um dia, e três a quatro dias em uma semana.

Amostragem com amostras pontuais: onde amostras de curta duração (menos de uma hora, em geral alguns minutos de duração) são tomadas aleatoriamente durante a jornada de trabalho.

Donham (1999) recomenda as seguintes metodologias de coleta: Poeira Total – método por gravimetria usando cassetes de 37 mm, filtros de fibra de vidro, bombas de amostragem pessoal, tempo de coleta mínimo de 3h a uma vazão de 1 L/min; Poeira Respirável – método por gravimetria semelhante à fração total utilizando separador ciclone, tempo de coleta mínimo de seis horas a uma vazão de 1,9 L/min.

3.1.3.1 Limites de Tolerância no Brasil

No Brasil, a NR-15, no seu Anexo nº12 (Limites de tolerância para poeiras minerais), estabelece limites de exposição para apenas três tipos de poeiras minerais: asbesto, sílica livre cristalizada, manganês e seus compostos (Tabela 2).

Para os casos não contemplados nesta norma, a NR-15 no seu Anexo nº 9 (Programa de prevenção de riscos ambientais), regulamentada pela Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994, torna legal o uso do limite de exposição correspondente adotado pela ACGIH, embora originalmente, estes limites tenham sido criados para serem utilizados somente como guias ou recomendações.

Tabela 2. Limites de Tolerância da NR-15.

POEIRA MINERAL	LIMITE DE TOLERÂNCIA (LT)
Asbesto	Asbesto crisotila: 2,0 fibras / cm ³ * proibido o uso de anfibólios
Manganês e seus compostos	5 mg/m ³
Silica livre cristalizada	Poeira respirável: LT = 8 / (% quartzo + 2) Poeira total: LT = 24 / (% quartzo + 3)

As poeiras não classificadas, devem ser estudadas caso a caso. Uma avaliação das condições ambientais das condições dos trabalhadores de moinhos de trigo, constatou a concentração de poeiras da ordem de 0,66 a 9,55 mg/m³ na atividade de ensacamento do material. Apesar das queixas frequentes do grupo exposto (59,5%), observou-se que na amostragem representativa de 18% do total de trabalhadores destas instalações, não foram encontradas diferenças significativas com o grupo controle, na avaliação do exame físico e na constatação de pneumopatias atuais, concluindo-se que outros estudos sejam realizados, mais detalhados e com maior número de trabalhadores para sua validação (CONSENZA, 1998).

3.1.3.2 Medidas Mitigadoras para poeiras

Takai *et al* (1993) recomendam a aspersão de mistura de óleo de canola e água sobre o piso e os animais em granjas de suínos, visto que esta técnica reduziu a concentração de poeira no ambiente de 50 a 90%. Da mesma maneira, Zhang *et al.* (1996) obtiveram reduções na faixa de 81% para poeira respirável, 85% para poeira inalável, 27% de H₂S e 30% de amônia ao aspergirem óleo vegetal puro, na dose diária de 6 mL/m² de piso.

Segundo Zhang (1999), os mecanismos de remoção mecânica de poeira incluem filtração, lavagem e separação aerodinâmica das partículas. A filtração e lavagem consideram a existência de um meio (sólido ou líquido) que captura as partículas na passagem forçada do ar.

Este sistema requer motores para forçar o ar a passar pelo meio, que por sua vez, necessitam de manutenção para sua limpeza ou troca, encarecendo o processo. Mecanismos elétricos de remoção incluem a ionização, precipitação eletrostática e ozonização.

A ionização parte do princípio de carregamento elétrico das partículas positiva ou negativamente através do bombardeio com íons ou elétrons e a remoção através de atração e retenção em dispositivo com carga elétrica contrária. Testado em instalações de suínos, este método foi eficaz na remoção de 65% de partículas com diâmetro superior a 10 μm e 42% para partículas respiráveis. Os maiores desafios destes sistemas consistem nos altos custos iniciais e de manutenção, visto que a eficiência decai com o acúmulo de poeira nas superfícies carregadas e nos emissores de íons/elétrons, além do problema de energia estática gerada nas condições de tempo frio e seco.

Semelhantemente, os equipamentos de precipitação eletrostática requerem altos investimentos iniciais e de manutenção, além de exigirem altas vazões de ar passante para terem boa eficiência.

Já a ozonização tem um efeito bastante positivo na esterilização do ar, visto sua ação bactericida, porém requer cuidado redobrado na sua regulagem, pois o ozônio em altas concentrações pode ser potencialmente tóxico para os seres humanos e animais, na medida em que gera radicais livres oxidantes de mucosas do sistema respiratório.

3.2 NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

O ruído (níveis de pressão sonora) dentro das instalações de produção animal, pode ser estudado sob dois aspectos. Primeiramente, relacionando-se aos processos de vocalização dos animais que alojados em diferentes condições ambientais, nos permite conhecer sua condição de bem-estar ou de estresse. Esta questão requer ainda hoje, maiores conhecimentos de etologia e vocalização das diversas espécies, as diferentes estruturas anatômicas do sistema auditivo e a resposta fisiológica desencadeada nestes processos, que podem vir ou não a interferir nas suas condições ótimas de desenvolvimento e produtividade. O segundo enfoque, está relacionado às condições internas que podem vir a causar prejuízos ao trabalhador nestas instalações. Este

aspecto já encontra respaldo por parte da comunidade científica, estando seus limites máximos de exposição diária, bastante esclarecidos por parte da legislação no país.

Quanto ao primeiro aspecto citado, um estudo realizado por Marx *et al.* (2000) com leitões em diferentes idades (7, 13 e 19 dias), demonstrou que há um incremento significativo da energia (dB) despendida na vocalização dos animais castrados sem anestesia, quando comparados ao grupo de castrados com anestesia, grupo de animais presos pelas patas traseiras sem castração com anestesia e grupos de animais presos pelas patas traseiras sem castração e sem anestesia, nas três idades. A idade dos animais influenciou nas características desta vocalização, sendo que os animais com 13 dias de idade, apresentaram a menor energia de vocalização (dB) nos quatro grupos de estudo. E no que se refere à duração destas vocalizações, somente os animais de 19 dias apresentaram maiores valores que os animais nas demais idades. Para o grupo dos animais castrados sem anestesia, foram encontrados valores médios de $91,357 \pm 0,673$ dB para 7 dias, $88,32 \pm 0,729$ dB para 13 dias e $94,365 \pm 0,637$ para 19 dias. Os autores concluíram que os animais deste grupo responderam ao severo estresse causado pela castração sem anestesia com “gritos” que levaram ao limite máximo, o uso do seu sistema vocal.

Seguindo esta mesma linha, Mair *et al.* (2000), estudando lotes de pintinhos para as condições “antes” e “depois” de desligamento da luz (total e parcial – 0,5 lux), observaram que há um incremento na vocalização do lote de animais nas duas condições de desligamento, com picos nos dois minutos seguintes ao desligamento (total e parcial), e que no grupo com desligamento total, os animais demoraram mais para se acalmarem (> 18 minutos). Foram avaliados os parâmetros de energia de pico (dB), frequência da energia de pico (kHz), frequência prioritária (kHz), frequência de pico (kHz), faixa de frequência situada a 15 dB abaixo da energia de pico (kHz) e quantidade total de energia (dB – área situada abaixo da curva), como ilustra a Figura 1. Neste estudo, que avaliou a sobreposição de vocalizações, dado o maior número de animais que incrementam seus valores quando comparados aos estudos que levam em consideração apenas um indivíduo, os autores concluíram que os parâmetros energia de pico (dB) e a quantidade total de energia (dB) são os mais recomendados de serem levantados na avaliação dos níveis sonoros em lotes de pintinhos. Estes parâmetros apresentaram uma correlação intra-classe da ordem de 80%. Para a diferenciação dos tipos de vocalização de pintinhos submetidos a diferentes programas de luz, os autores recomendam o uso da faixa de frequência situada a 15 dB abaixo da energia de pico (kHz).

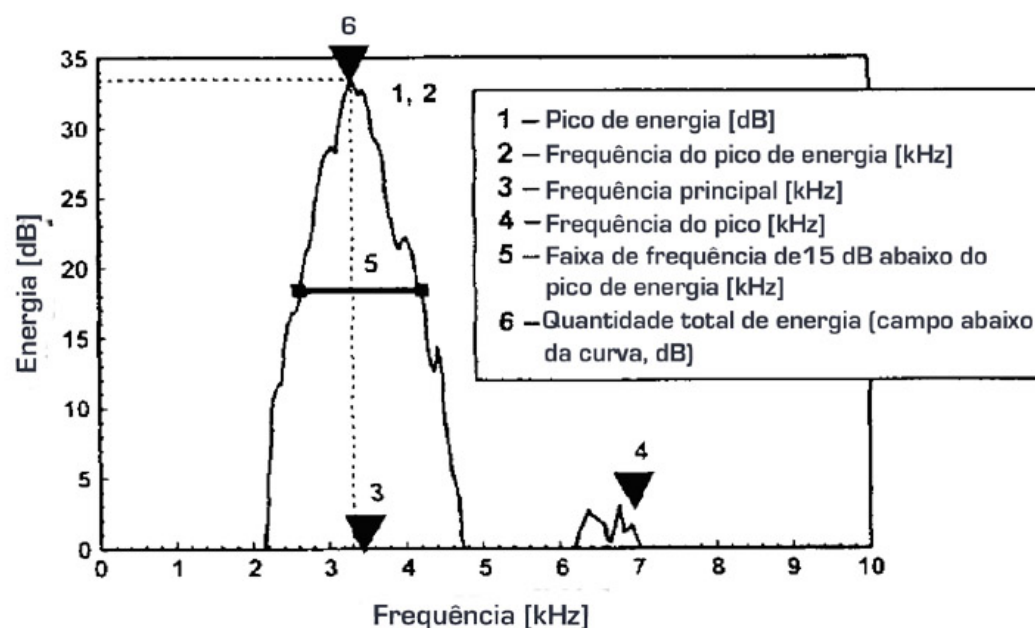


Figura 1. Parâmetros de um espectro médio de onda sonora (MAIR *et al.*, 2000).

Um sistema de reconhecimento em tempo real de tosse em leitões foi desenvolvido por Hirtum & Berckmans (2000), baseado no estudo da vocalização de seis animais sadios submetidos a uma atmosfera com nebulização de ácido cítrico que é potencialmente irritante ao aparelho respiratório destes animais. Um a um, estes foram avaliados em laboratório, e após a filtragem do ruído de fundo e de sons emitidos na respiração, grunhidos, e daqueles provenientes do acionamento de equipamentos de ventilação e nebulização, foi identificado o som do tossir, específico de cada animal. A partir deste conjunto de dados, detalhados quanto ao tempo e frequência, foi desenvolvido algoritmo de detecção on-line de tosse que permite a previsão da condição de saúde animal, mais especificamente, do seu sistema respiratório, principal afetado pelas condições ambientais adversas criadas por diferentes agentes poluentes (gases, poeira, temperatura e velocidade do ar, entre outros).

Sabe-se muito pouco sobre a faixa de audibilidade dos animais, sendo no entanto, de conhecimento geral, que os animais têm a faixa audível superior a dos seres humanos e por consequência, são desconhecidos os efeitos causados pelos diversos ruídos criados pela mecanização da atividade sobre os animais.

Para a avaliação das condições de trabalhado rural, cabe ressaltar que a criação animal de caráter industrial possui alto nível de mecanização e controle das operações dentro dos ambientes, resultando em atividades intermitentes com a presença mínima do tratador dentro das instalações, sendo as demais horas contratadas despendidas em tarefas de apoio que ocorrem fora das edificações.

O ouvido humano detecta vibrações de 20 a 20.000 Hz. Abaixo (infrasom) e acima (ultrasom), as vibrações podem não ser percebidas, mas podem causar danos a órgãos cavitários, como o estômago. O ouvido, capta variações de pressão de $2 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}^2$ (limiar da audibilidade) a $2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ (limiar da dor), que convertidas para dBA, escala ponderada adaptada para o ouvido humano, corresponderia a 0 a 160 dBA, respectivamente. Uma outra característica da onda sonora é a sua frequência que para o mesmo nível de pressão sonora (dB), em diferentes frequências, representam diferentes níveis de pressão sonora em dBA. Desta forma, 100 dB na frequência de 31,5Hz, correspondem a 61 dBA e estes mesmos 100 dB na frequência de 4 kHz, correspondem a 101 dBA. Portanto, a avaliação das frequências em cada leitura é de fundamental importância. A Figura 2, ilustra os limites aceitáveis de ruído para o ser humano (MEDURI, 2000).

A ocorrência da perda auditiva é função de fatores ligados às características individuais da pessoa exposta a níveis de pressão sonora inadequados, ao meio ambiente e ao próprio agente agressivo (som).

Astete & Kitamura (1980) explicam que, dentre as principais características dos agentes que contribuem para o aparecimento de doença auditiva, destacam-se a intensidade, relacionado com o nível de pressão sonora; o tipo do som (contínuo, intermitente ou de impacto), a duração, relacionada ao tempo de exposição a cada tipo de agente e a qualidade, que diz respeito à frequência dos sons que compõem os ruídos em determinada análise.

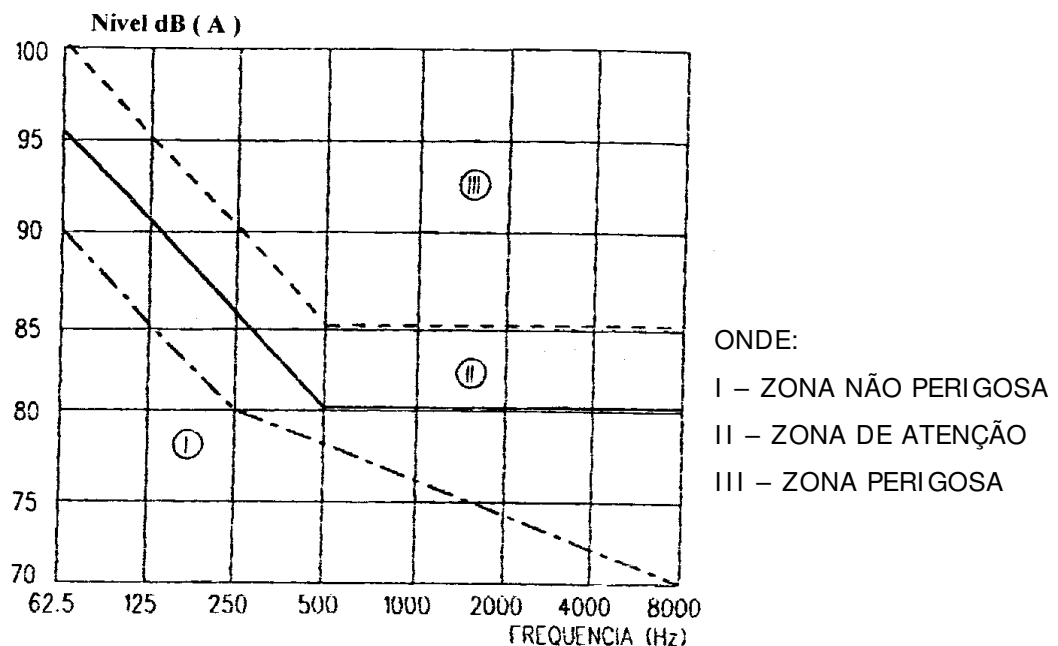


Figura 2. Limites aceitáveis de ruído segundo sua frequência recomendado pelo Ministério da Saúde Pública da França (MEDURI, 2000).

Pesquisas realizadas em países membros da Comunidade Européia estabeleceram os seguintes parâmetros de efeitos de ruídos sobre o ser humano (ROBIN, 1987 citado por ALVES FILHO, s.d.):

- Menos de 30 dBA – nenhum efeito;
- Acima de 30 dBA – reações psíquicas;
- Acima de 65 dBA – reações vegetativas;
- Acima de 85 dBA – alterações reversíveis ou irreversíveis;
- Acima de 120 dBA – danos no aparelho auditivo.

Segundo este mesmo autor, em níveis de pressão sonora entre 65 a 85 dBA, além dos efeitos psíquicos, são observados efeitos físicos vegetativos como aumento da pressão sanguínea, incremento do ritmo cardíaco e da tensão muscular, e diminuição da irrigação sanguínea da pele. A partir de 80 dBA, detectam-se perdas crescentes nos níveis de audição que passam de 2% a 82 dBA a 20% para 92 dBA.

De acordo com o MANUAL DE LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO (1992), o limite da salubridade para pessoas trabalhando 8 horas semanais é de máxima de 85 dB. Os limites de tolerância, relacionados à exposição a picos de pressão sonora de impacto e intensidade, segundo a Norma Reguladora NR-15 (Portaria 3.214 de 08/06/1978), são determinados de modo que, a cada aumento de 5 dBA, reduz-se o tempo de exposição pela metade e o valor máximo de exposição corresponde a 115 dBA em que o trabalhador pode ficar exposto por sete minutos.

Este mesmo padrão é adotado para a determinação do *Threshold Limit Values* (TLV) da ACGIH (2001), em que a 80 dBA o tempo de exposição corresponde a 24h e a 139 dBA, a 0,11 segundos, desde que os níveis de pressão sonora contínua, intermitente ou de impacto, não ultrapassem os 140 dB da escala (C). Acima de 120 dBA, esta mesma norma recomenda o uso de dosímetro ou de medidor de nível de pressão sonora integrada.

As novas tendências das exigências técnicas e jurídicas quanto à avaliação do ruído ocupacional, estão de acordo com o que está sendo exigido pelo Instituto Nacional do Seguro Social (INSS) quanto à caracterização de uma atividade insalubre e conseqüentemente, a incidência de maiores impostos. O INSS estabelece que o Equipamento de Proteção Individual (EPI) não descaracteriza o enquadramento da atividade como insalubre, a não ser que um laudo técnico constate que o uso de equipamento, coletivo ou individual, tenha capacidade de eliminar ou neutralizar a presença do agente nocivo. No entanto, em documentos legais existentes, em especial o Art. 191 da CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) reforçado pela NR-15, são priorizadas as medidas preventivas, adotando-se medidas de engenharia ou de redução da jornada de trabalho, como principais ferramentas de controle ambiental e deixando-se o uso de EPI como último recurso, visto que pelo incômodo e pela dificuldade que traz na execução de algumas operações, são deixados de lado pelo operador na maioria dos casos (REVISTA SOS, 2000).

O uso de dosímetro, segundo Robin (1987, citado por ALVES FILHO, s.d.), se justifica principalmente, nas atividades agrícolas nas quais o trabalho é realizado de forma descontínua, como é o caso dos operadores de tratores e tratadores de galpões de frangos de corte.

Maas (1977) expõe que na legislação americana, o limite superior permissível por oito h de trabalho no setor industrial está na faixa de 90dB (*Occupational Safety and Health Administration* - OSHA) e que a cada 5 dBA, há uma redução pela metade do tempo de exposição máxima. Para a ISO (*International Standards Organization*), a exposição máxima é de

90 dBA para oito horas de trabalho e o fator de redução, corresponde a 3 dBA. O mesmo autor aponta como uma importante causa de complicações legais nos Estados Unidos, o aparecimento de surdez em indivíduos expostos a altos limites de intensidade (picos de intensidade), por longos períodos durante o dia de trabalho.

A adoção do manejo em alta densidade para a produção de frangos de corte, implica na maioria das vezes, em adequação do galpão para sistemas de ventilação que removam o calor e os gases gerados por um maior número de aves alojadas. Esta adequação representa a instalação de ventiladores e exaustores com diferentes características que podem acarretar em maior nível de pressão sonora dentro dos galpões, o que pode afetar a saúde animal e do trabalhador.

Neste sentido, Maaloum *et al.* (2000) testaram dois modelos aerodinâmicos de confecção de ventiladores axiais e constataram que o ventilador com oito pás com o centro semi-esférico e face de entrada do ar arredondada, reduziu significativamente, os níveis de pressão sonora associados, quando comparado ao modelo convencional de arestas retas.

Vranken *et al.* (2000) testaram ventiladores axiais de seis pás com diversas velocidades (rotação de 200 a 1400 rpm) em câmara de reverberação e analisaram o espectro de frequências geradas concluindo que houve uma redução significativa de 80,1 dBA para 60 dBA quando a velocidade máximo do equipamento é reduzida em 20%.

Em outro estudo, Tosin *et al.* (2000) avaliaram o nível de ruído proveniente de motor de pulverizadores costais com diferentes velocidades angulares (2.300, 3.500 e 7.000 rpm) para aplicação de dois produtos fitossanitários em calda e em pó. Os autores concluíram que a pulverização do produto em pó apresenta maior nível de ruído e que estes variam proporcionalmente, à velocidade angular do motor. Para 2.300 rpm, segundo a legislação NR-15, o trabalhador pode ficar exposto por oito horas contínuas de trabalho com aplicação do produto nas duas formas. Para 3.500 rpm, este período passa a ser de sete horas para solução e 3h 30min para pó. A 7.000 rpm, recomenda-se no máximo, uma hora para aplicação da solução e apenas 35min para o fitossanitário em pó. Os autores recomendam que estas condições de uso devem constar do manual de operação do equipamento.

3.3 CONFORTO TÉRMICO ANIMAL

As aves são animais homeotérmicos e requerem para o desempenho máximo das suas potencialidade genéticas, dentre outros fatores, de condições ambientais de conforto térmico para manutenção do seu meio interno e do controle homeostático que regula a temperatura corporal.

Macari *et al.* (2004) definem a zona de conforto térmico para as aves como a faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético pela ave. Segundo os autores, para pintos de 1 a 7 dias, a zona de conforto está entre 31°C e 33°C, caindo para 21°C a 23°C na idade de 35 a 42 dias. Fora destas condições, podem ocorrer perdas.

Aves submetidas a temperaturas acima de 32°C e taxas de umidade relativa acima de 75%, estão em condições de estresse severo. Sob o aspecto fisiológico, as altas temperaturas e baixas umidades relativas têm efeito direto sobre os mecanismos não-específicos de defesa do aparelho respiratório e gastrointestinal dos animais, predispondo ao aparecimento de doenças (HYSLOP, 1974).

Boni & Paes (2000) estabeleceram a relação entre a variação da sensação térmica das aves, traduzida na forma de temperatura efetiva do ar, em função da velocidade do ar incidente sobre estas, a uma temperatura externa fixa de 32,2°C (Figura 3).

Isto decorre do fato de que o movimento de ar sobre a superfície corporal das aves facilita a perda de calor pelo animal para o ambiente por processos convectivos, sendo este, o processo de maior eficiência quando se trata de condições com altas temperaturas associadas a altas umidades relativas do ar.

Segundo Moura (2001), a velocidade do ar pode ser utilizada com eficiência para se adequar as condições ambientais de produção em clima tropical às condições de conforto térmico requeridas das aves. Os sistemas de ventilação mais difundidos nas condições brasileiras fazem uso de ventilação forçada (exaustores e ventiladores) e/ou ventilação natural (manejo de cortinas laterais e lanternim).

O sistema de ventilação tipo túnel utiliza exaustores numa extremidade e aberturas que permitem a entrada de ar na outra, com fechamento nas laterais. Este sistema visa a renovação uniforme de ar (renovação total a cada 1min 15 s) passando por toda a extensão do aviário e a altas velocidades (médias recomendadas de 1,77 a 2,0 m/s) de maneira a proporcionar a

refrigeração da instalação principalmente, em períodos de calor, em que ocorre a associação do calor externo com aquele gerado pelas próprias aves internamente. Se associado ao resfriamento evaporativo (nebulizadores), o efeito de resfriamento do ambiente é otimizado, pois além da rápida renovação do ar ocorre redução efetiva da temperatura ambiente pela evaporação das gotículas de água geradas pelo sistema de nebulização. O uso de defletores próximos ao forro proporciona otimização, pois dirige o ar que normalmente passa neste local com maior velocidade, em direção ao piso diretamente sobre as aves.

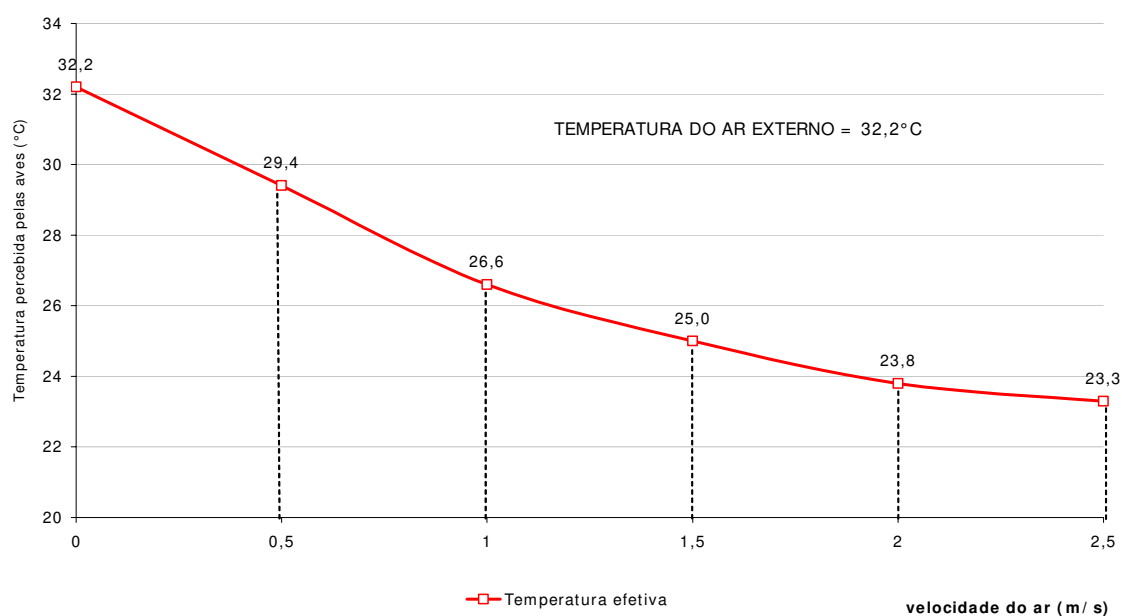


Figura 3. Sensação Térmica das aves em função da velocidade de ar incidente. Adaptado de Boni & Paes, 2000.

3.4 METODOLOGIA DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS

3.4.1 Estatística Convencional

Segundo Brook (1985), toda vez que indivíduos da amostra não tiverem sido designados aos grupos por processo aleatório, mas já estiverem classificados nos respectivos grupos, dizemos que foi um estudo observacional, não se tratando de experimento. Isto ocorre em situações em que tratamentos não podem ser sorteados às unidades experimentais devido as suas naturezas. Nestes casos, o observador obtém os grupos de estudo, os observa por um período de tempo e estuda seus resultados.

Os efeitos dos tratamentos estão portanto, confundidos com os efeitos de fatores que levaram o indivíduo a pertencer ao grupo tratado (HILL,1977). Conseqüentemente, a discussão dos efeitos de um tratamento, com base num estudo observacional, exige mais senso crítico do que a discussão dos efeitos de um tratamento obtidos através de um experimento planejado.

Modelos de regressão são, em sua maioria, os mais úteis e mais utilizados em métodos estatísticos. Eles permitem análises relativamente simples de situações complicadas, quando se tenta encontrar os efeitos de muitas variáveis explanatórias em uma variável resposta (EFRON, 1993). Temos uma regressão linear múltipla quando admitimos que o valor da variável dependente é função linear de duas ou mais variáveis independentes. O modelo estatístico de uma regressão linear múltipla com k variáveis independentes é:

$$Y_j = \alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i X_{ij} + \mu_j \quad (\text{Eq.2})$$

Ao estabelecer o modelo de regressão linear múltipla, pressupõe-se que (DRAPER,1931):

- A variável dependente (Y_j) é função linear das variáveis independentes (X_{ij} , $i=1,\dots,k$);
- Os valores das variáveis independentes são fixos;

- $E(u_i) = 0$;
- Os erros são homocedásticos, isto é, $E(u_j^2) = \sigma^2$;
- Os erros são não-correlacionados entre si, isto é, $E(u_j, u_h) = 0$, para $j \neq h$;
- Os erros têm distribuição normal.

De acordo com Pinheiro (2002), o efeito diferencial é uma maneira de codificar as variáveis categóricas de uma regressão utilizando-se valores -1 , 0 e 1 , de modo a se obter um vetor de coeficientes. Estes vetor de coeficientes está relacionado à média total e às diferenças entre as variáveis e a média.

Quando se estuda taxas em relação à geografia ou período de tempo, os epidemiologistas preferem ajustar um confundimento multivariado para um modelo de resposta com relações quantitativas.

A regressão de Poisson fornece um modo unificado para modelar taxas de doenças raras e pode ser aplicado para dados nos quais tempo e espaço são fatores centrais definindo as unidades de observação. Na regressão de Poisson, a contagem ou taxas de eventos são descritos como uma função espaço, exposição, período de tempo, demografia e outras variáveis. O método é comumente usado quando os preditores das variáveis são categóricos (nominais ou ordinais). Células internas construídas por classificação cruzada entre variáveis preditoras, eventos são enumerados e na maioria dos casos também é necessário obter o tempo pessoal ou contagem esperada associada com cada célula. Em um modelo de regressão de Poisson exponencial (log-linear), há a suposição de que:

- O logarítimo das taxas de doenças muda linearmente quando o seu respectivo incremento aumenta na variável exponencial;
- A mudança nas taxas dos efeitos combinados de diferentes exposições ou fatores de risco são multiplicativos;
- Em cada nível de covariáveis o número de casos tem variância igual a sua média;
- As observações são independentes.
- A última observação é violada quando as observações do tempo ou espaço não são independentes (ROTHMAN & GREENLAND, 1998).

3.4.2 Geoestatística

Dos estudos de Krige (1951) ao desenvolvimento da Teoria das Variáveis Regionalizadas (MATHERON, 1963), nasceu a geoestatística. Primeiramente utilizada em estudos de prospecção de reservas minerais, as aplicações da geoestatística atingiram diversos ramos da ciência. Journel & Huijbregts (1978) citam a definição apresentada por Matheron em 1962, “*Geoestatística é a aplicação do formalismo de funções aleatórias ao reconhecimento e predição de fenômenos naturais*”. Os fenômenos abordados podem ser geológicos, climáticos ou biológicos, assim como suas interações com o meio ambiente.

Segundo Manzione (2002), dados georreferenciados podem ser analisados por meio de técnicas geoestatísticas. Ao longo dos anos, a geoestatística tem se mostrado uma ferramenta eficaz para quantificar a variabilidade, continuidade, dependência espacial e representação espacial de variáveis regionalizadas. Os resultados de estudos dessa natureza são mapas contínuos que representam as variáveis amostradas, refletindo nos estudos de produção animal, as condições em que os frangos foram criados, como temperaturas, gases presentes na atmosfera, umidade relativa ou incidência luminosa

Para isso, o método de interpolação geoestatístico utilizando é a krigagem, nome esse dado por Matheron em homenagem a Daniel G. Krige. Rossi *et al.* (1994) distinguiram a krigagem dos outros métodos tradicionais de interpolação de dados, como o método do inverso da distância, triangulação e média das amostras locais, através de três características. Primeiro, a krigagem pode fornecer uma estimativa que é maior ou menor do que os valores da amostra, sendo que as técnicas tradicionais estão restritas a faixa de variação das amostras. Segundo, enquanto os métodos tradicionais usam distâncias Euclidianas para avaliar as amostras, a krigagem tem vantagem por usar distância e geometria (relação de anisotropia) entre as amostras. Por último, diferente dos métodos tradicionais, a krigagem leva em conta a minimização da variância do erro esperado, por meio de um modelo empírico da continuidade espacial existente ou grau de dependência espacial com a distância ou direção, isto é, através do semivariograma, covariograma ou correlograma.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em granja de frangos de corte localizada na região de Rio Claro, Estado de São Paulo, a uma longitude $47^{\circ}37'52''$ O e latitude $22^{\circ}24'54''$ S, ventos predominantes SE, em dois galpões dispostos lado a lado a uma distância de 30 m entre si, com as mesmas dimensão e orientação leste-oeste (Figura 4).

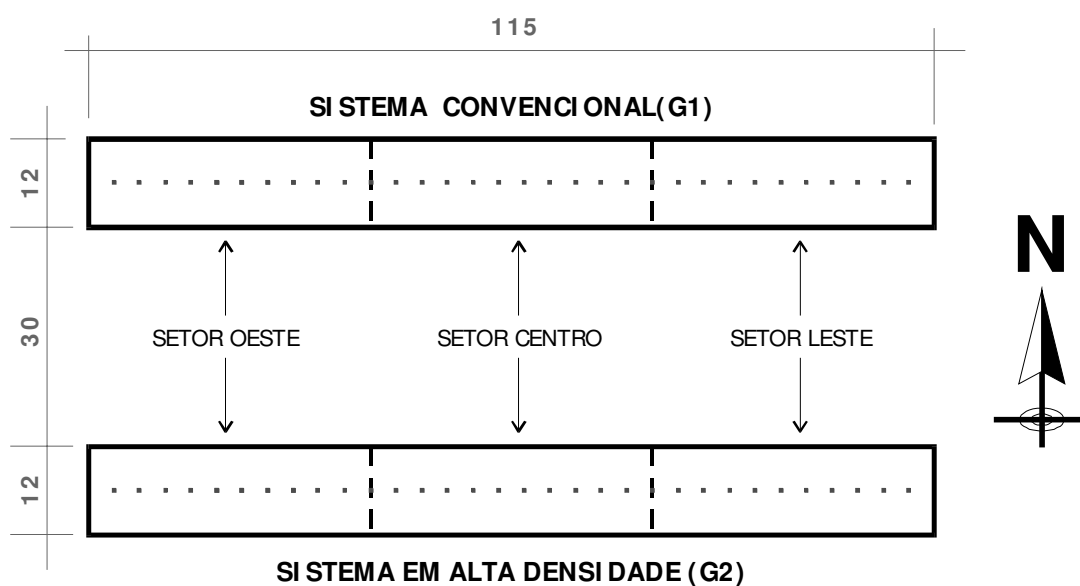


Figura 4. Esquema do posicionamento dos dois galpões utilizados no estudo (metros).

Devido à extensão dos galpões, cada um deles foi dividido em três setores iguais (leste, centro e oeste), por meio de tela metálica perfurada instalada transversalmente, de maneira a impedir o trânsito dos frangos entre os setores.

Divisórias metálicas transversais
(delimitação dos setores)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33

34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44

11 faixas

44 células

4.1 DEFINIÇÃO DOS SISTEMAS PRODUTIVOS

Para cada galpão foi estabelecido um sistema de ventilação adequado à densidade de produção de frangos, calculado em função do balanço de carga térmica existente dentro de cada instalação e que são definidos a seguir:

Neste sistema, ilustrado pela Figuras 6 e 7, estão associados:

- 42

- Ventilação natural com manejo convencional de cortinas (cor azul);
- Ventilação interna (oito ventiladores axiais tipo Tufão de 0,5 C.V. a 120 cm do piso) no sentido leste-oeste;
- Sistema de nebulização longitudinal com duas linhas.



Figura 6. Vista do galpão G₁ – Ventilação convencional e densidade de 13 aves/m².

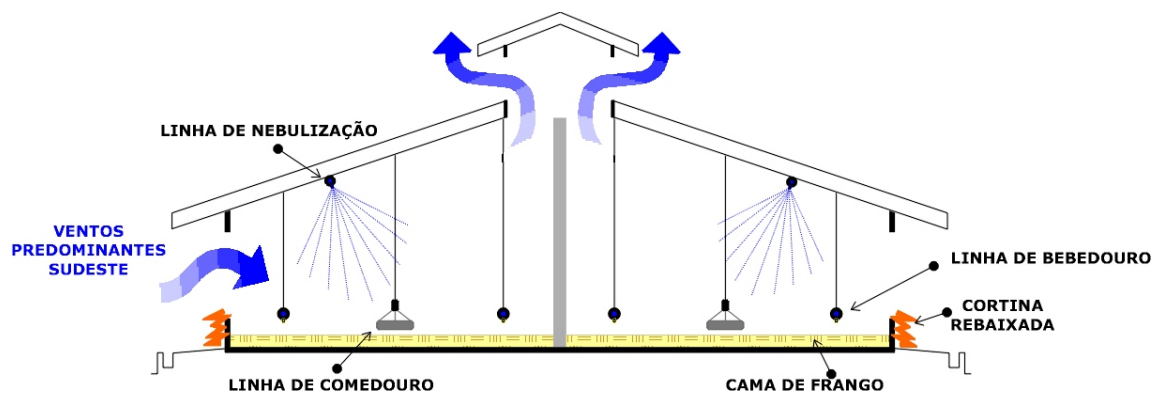


Figura 7. Corte transversal do galpão G₁ no período de resfriamento.

4.1.2 Sistema em Alta Densidade – Galpão G₂

Neste sistema, como ilustrado nas Figuras 8 e 9, estão associados:

- Alta densidade de aves (18 aves/m²);
- Quatro linhas de bebedouros tipo *nipple* e três linhas de comedouros automáticos;
- Sistema de manejo convencional até o 25º dia de produção, aproximadamente;
- Sistema de ventilação tipo túnel após o 25º dia de produção, no sentido leste-oeste composto pelos seguintes equipamentos: oito exaustores de 1,5 CV trifásicos localizados na face oeste (a 60 cm do piso); duas linhas de nebulização; sistema de climatização (Climatic-I de duas etapas e um painel de potência - Casp®);
- Defletores em lona plástica azul a cada 10 m, aproximadamente.



Figura 8. Vista do Galpão G₂ – Ventilação tipo túnel negativo e alta densidade (18 aves/m²).

No galpão G₂, as cortinas laterais, impermeáveis na cor azul, são suspensas a partir do 25º dia de produção durante o período do dia em que as condições climáticas assim o exigirem, o que se dá por volta das 9:00 às 18:00h. Associado a isso, o sistema de ventilação tipo túnel (Figura 10) promove a passagem contínua de ar ao longo de todo o galpão no sentido leste-oeste, no mesmo sentido da ventilação predominante local.

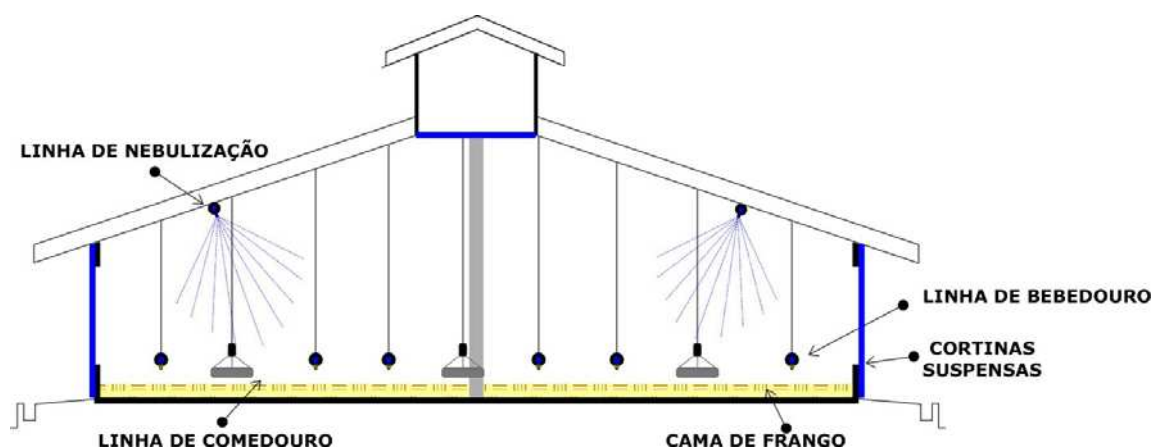


Figura 9. Corte transversal do galpão G₂ no período de resfriamento.

O sistema de climatização incluiu os exaustores da cabeceira oeste que criam uma pressão negativa succionando o ar de fora pelas aberturas da extremidade oposta e o sistema de nebulização longitudinal que promoveu o resfriamento adiabático do galpão. Os limites pré-estabelecidos do seu funcionamento foram:

- 1ª Etapa: ao se detectar a Temperatura de Bulbo Seco (TBS) > 24°C e Umidade Relativa do ar (UR) < 80% pelo sensor do sistema disposto no centro do galpão a 40 cm do piso, ocorreu o acionamento de quatro exaustores alternados na cabeceira oeste.
- 2ª Etapa: ao se detectar TBS > 28°C e UR < 80%, ocorreu o acionamento dos quatro exaustores restantes e do sistema de nebulização durante 1min com intervalos de 1 min.
- Ao se detectar UR > 80%, somente o sistema de nebulização foi desligado. Com UR < 80%, novamente o sistema de nebulização foi acionado. Este sistema de nebulização foi configurado para acionar simultaneamente, tanto as bombas do galpão G₂ quanto do G₁, de forma a reduzir os riscos de se umedecer excessivamente, a cama-de-frango do galpão G₁ pelo desligamento manual. Assim, somente os ventiladores axiais do G₁ são acionados manualmente pelo tratador.

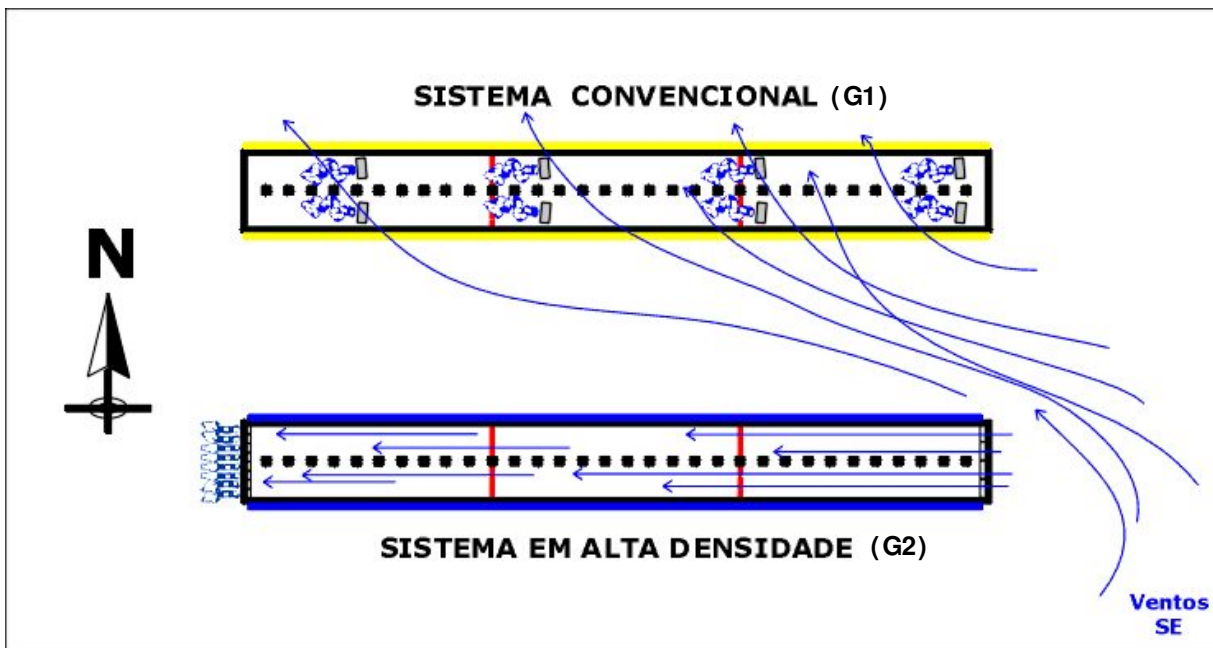


Figura 10. Sistemas de ventilação nos dois galpões estudados.

Para o correto funcionamento do sistema de ventilação, o galpão G₂ recebeu vedação completa dos vãos para garantir a pressão negativa prevista em projeto: vedação do lanternim previamente existente, das frestas (portas/paredes e cortinas/vigas) com o mesmo material das cortinas e instalação de peças de vedação na junção da telha de cimento amianto com as vigas do telhamento.

4.2 MANEJO

4.2.1.1 *Distribuição das aves*

A empresa onde se realizou o estudo, integra todas as etapas de produção, desde o matrizeiro, o incubatório de ovos, os galpões de produção de frangos até o abatedouro, localizados em diferentes regiões no mesmo município. Para cada lote de produção, foi realizada a distribuição aleatória e proporcional dos pintos pertencentes à linhagem Ross (Agroceres[®]), nascidos no mesmo dia em lote misto (machos e fêmeas), de acordo com a sua origem no lote de matrizes como ilustra a Figura 11. A quantidade de aves alojadas por lote foi calculada

inicialmente, para ser de aproximadamente, 18.000 aves para o galpão G₁ e 24.000 aves para o galpão G₂.

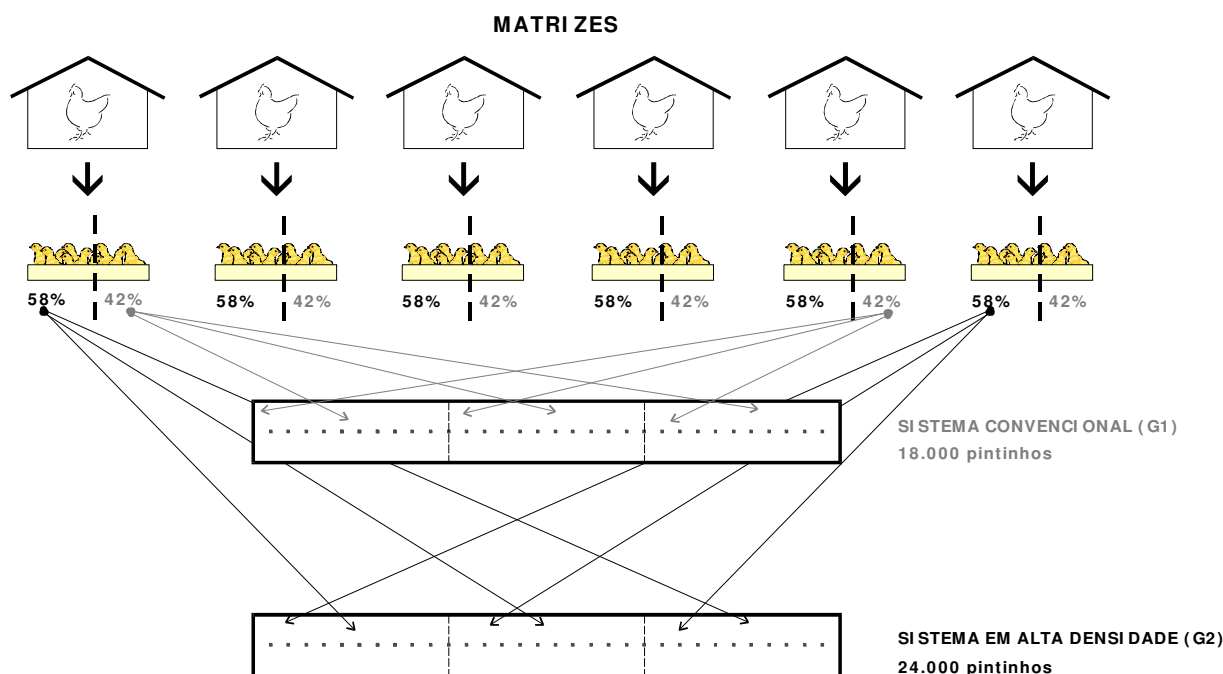


Figura 11. Esquema de distribuição dos pintainhos, proporcionalmente entre os sistemas produtivos e igualmente, entre os setores de um mesmo galpão.

4.2.1.2 Distribuição de equipamentos

Quanto ao manejo empregado, foram utilizadas quantidades semelhantes de equipamentos, proporcionalmente à quantidade de animais em cada sistema, como no caso dos comedouros automáticos Tuboflex e bebedouros tipo *nipple* de baixa vazão. Para a fase de aquecimento utilizou-se da mesma quantidade de campânulas a gás para os dois sistemas, visto que o galpão G₁ ficou mais susceptível à refugagem de pintainhos por frio, em decorrência da menor quantidade de aves por pinteiro/setor e vedação incompleta. Vale ressaltar que para as primeiras duas semanas de produção de cada lote, a densidade de alojamento não seguiu a densidade descrita para os sistemas, pois os pintainhos foram dispostos dentro de círculos de proteção, mantendo-se uma relação muito próxima de aves/m² nesta fase para os dois galpões, mas que resultou numa maior área ocupação inicial no galpão G₂.

4.2.1.3 Distribuição de maravalha para cama-de-frango

Para a quantificação e distribuição da maravalha, foram estabelecidas relações entre MS - Matéria Seca de cama (kg) e peso de ave (kg) em idade de abate (BROGNONI, 1999), que estabelece estas relações como fator de controle da emissão de gases provenientes das reações químicas de decomposição do esterco dos frangos na cama.

Pela dificuldade em se avaliar a matéria-seca em tempo real na granja, procurou-se estabelecer a mesma relação peso de cama úmida/peso de ave para os dois galpões. Para tanto, foram obtidos previamente, os seguintes dados:

- Média histórica dos pesos finais de abate das aves dos dois galpões em estudo (peso final de abate G_1 e peso final de abate G_2);
- Quantidade média histórica de aves alojadas (n° aves G_1 , n° aves G_2);
- Tipos de madeiras utilizadas normalmente como maravalha na granja;
- Levantamento histórico da quantidade de maravalha úmida transportada por caminhão (kg maravalha/viagem);
- Estabelecimento do peso da maravalha úmida contida em caixa de $1 \times 1 \times 0,03 \text{ m}^3$ de volume, o que equivale ao peso da cama de 1 m^2 de área com 3 cm de altura (pré-determinado para o galpão G_1).

O material contido em cada caminhão foi pesado por viagem e dividido proporcionalmente, entre os galpões, de acordo com a quantidade necessária em cada um deles, de modo a garantir a uniformidade de distribuição. Da mesma maneira, o montante de cada galpão foi dividido de maneira aproximada em cada um dos setores através da contagem de balaies (Figura 12).

O emprego desta metodologia objetivou a padronização da quantidade de maravalha em relação ao número de aves por galpão. O galpão G_1 recebeu quantidade para 3 cm de altura e o galpão G_2 recebeu uma maior quantidade, proporcional ao número de aves alojadas, ficando com 4 cm de altura de maravalha.

Não foi adotada a relação 0,4 a 0,6 kg MS cama/kg ave final recomendada pela literatura, pela impossibilidade operacional de se adquirir e manusear este material durante e após a retirada do lote, na etapa de comercialização do dejetos.



Figura 12. Divisão estimada da quantidade de maravalha para cada galpão em estudo.

4.2.1.4 Manejo Sanitário

Os telhados receberam pintura com cal anualmente e foram aplicadas as mesmas medidas de biosseguridade, como segue:

- Vazio Sanitário: raspagem e varredura interna e externa do galpão; lavagem com detergente líquido e posterior enxágue com água sob pressão e destinação do efluente para fossa séptica; limpeza externa de gramados e estradas; caiação de piso e paredes, interna e externamente ao galpão; desinfecção com iodoform, creolina ou formol; colocação da cama; e tratamento da cama com produto anti-fúngico;
- Vacinação: 1º dia (Doença de Marek – 1/3 dose; Doença de Gumboro e Bronquite Infecciosa); 7º dia (Doença de NewCastle e Doença de Gumboro); 14º dia (Doença de Gumboro). Com exceção da vacina da Doença de Marek, feita subcutaneamente ainda no incubatório, as demais são aplicadas por via oral, utilizando-se água sem desinfetantes;
- Isolamento: banhos para visitas aos galpões, uso de pedilúvios e rodolúvios;

→ Desinfecção: fornecimento de água clorada às aves e nebulização com solução de amônia quaternária ou formaldeído duas vezes ao dia. No dia anterior e no dia de coleta de dados do experimento, foram utilizadas soluções de formaldeído evitando-se a influência da solução sobre os resultados.

4.3 COLETA DE DADOS

O período de coleta de dados total compreendeu 10 lotes de produção, de junho de 2002 a maio de 2004, abrangendo cinco períodos de calor (outubro a março) e cinco períodos de frio (abril a setembro), conforme ilustrado na Tabela 3. As coletas não foram homogêneas ao longo do período de estudo, muito em função da disponibilidade de equipamentos de coleta de dados, principalmente os relacionados à coleta de variáveis de qualidade do ar.

Tabela 3. Distribuição das coletas de dados dentro do período de estudo, classificados em condições de frio e de calor.

LOTE	PERÍODO	CONDIÇÃO	VARIÁVEIS COLETADAS
1	25/07 a 11/09/2002	Frio	Índices Zootécnicos
2	30/09 a 17/11/2002	Frio	Índices Zootécnicos
3	05/12/2002 a 23/01/2003	Calor	Índices Zootécnicos
4	10/02 a 01/04/2003	Calor	Índices Zootécnicos
5	17/04 a 10/06/2003	Frio	Índices Zootécnicos
6	23/06 a 31/07/2003	Frio	Índices Zootécnicos e Condições de Cama
7	28/08 a 09/10/2003	Frio	Índices Zootécnicos, Condições de Cama, Bioclimáticos, Poeira, Gases (CO, CH ₄ /LEL, NO) e Níveis de Pressão Sonora.
8	30/10 a 21/12/2003	Calor	Índices Zootécnicos, Condições de Cama, Bioclimáticos, Poeira, Gases (NH ₃ , CO, CH ₄ /LEL, NO) e Níveis de Pressão Sonora.
9	05/01 a 24/02/2004	Calor	Índices Zootécnicos, Condições de Cama, Bioclimáticos, Poeira, Gases (CO, CH ₄ /LEL, NO) e Níveis de Pressão Sonora.
10	11/03 a 05/05/2004	Frio	Bioclimáticos e Poeira.

4.3.1 Posicionamento dos equipamentos

Para a determinação do posicionamento das gaiolas metálicas contendo os equipamentos de coleta de dados em cada um dos setores, foi realizado um estudo piloto para a avaliação da distribuição espacial das condições bioclimáticas internas, à altura das aves no galpão em alta densidade (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2003b).

Para tanto, o galpão G₂ foi virtualmente dividido em linhas e colunas, sendo estabelecidas 5 linhas no sentido longitudinal e 6 colunas no sentido transversal do galpão, conforme ilustra a Figura 13.

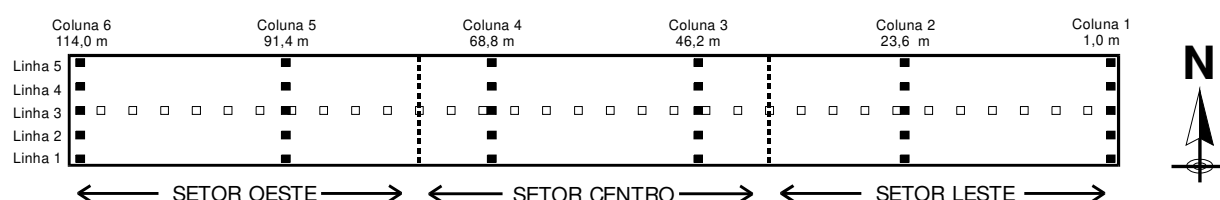


Figura 13. Esquema das posições de coleta dos dados, distribuídas em 5 linhas no sentido longitudinal e 6 colunas no sentido transversal.

Para cada uma destas 30 posições, foram coletados dados de: TBS - Temperatura de Bulbo Seco do ar (°C); UR - Umidade Relativa do ar (%); e VAR - Velocidade do ar (m/s). Para tanto, foram acondicionados seis *HygroTermoAnemômetro* (HTA 4200 – Pacer®, USA) em seis gaiolas metálicas, dispostas a 50 cm da cama. Os equipamentos realizaram leituras a cada segundo e os dados foram acumulados e armazenados, minuto a minuto, totalizando para este estudo, 30 minutos de leitura em cada posição.

A coleta dos dados foi realizada simultaneamente, dispondo os seis equipamentos em uma mesma linha, um em cada coluna, para se obter as diferenças longitudinais das variáveis ao longo do galpão. Este procedimento foi realizado nas cinco linhas estudadas, sequencialmente. O período de coleta total, para avaliação em todas as posições foi das 14:16 às 19:20h de um mesmo dia. No dia seguinte, foi realizada a coleta única e simultânea dos dados numa mesma coluna (coluna 3, após escolha aleatorizada), para se obter as diferenças transversais das variáveis no galpão, durante o período das 14:30 às 15:00h.

Posteriormente, para a obtenção da curva de “comportamento” destas variáveis ao longo de um dia, um exemplar do equipamento foi disposto na região central deste galpão durante o período contínuo de 72h após as duas primeiras coletas.

A análise estatística foi realizada através do estudo comparativo das médias (teste Tukey, $p\text{-valor} \leq 0,05$). No caso de serem evidenciadas diferenças significativas nas médias dos resultados de duas posições, numa mesma linha ou na mesma coluna, as diferenças numéricas foram armazenadas para compor o mapa de distribuição espacial de uma variável. No caso de não serem evidenciadas diferenças significativas, foi adotado o mesmo valor numérico para expressar os valores das duas posições em estudo. Para dar início aos cálculos, foi escolhida aleatoriamente, uma posição como marco zero, a partir da qual derivaram as diferenças das demais posições, determinando para cada variável a posição mais crítica dentro do galpão.

Para compor o mapa de distribuição hipotético do comportamento das variáveis para um mesmo momento, visto que as coletas só puderam ser realizadas seqüencialmente, foram utilizadas as médias de cada variável do período crítico das 11:30h às 16:30h, provenientes da avaliação contínua de 72h. O valor médio encontrado para TBS, foi adotado como valor inicial na posição mais crítica encontrada no mapa de distribuição das diferenças de TBS, calculado anteriormente. E a partir deste ponto, foram traçadas as TBS das posições contíguas, pelas diferenças numéricas calculadas, resultando em um mapa de distribuição hipotético de TBS. O mesmo foi realizado para Umidade relativa e Velocidade do ar.

Finalmente, para compor um mapa que considerasse as três variáveis conjuntamente, os valores de cada variável foram agrupados em faixas, numa escala de graduação de 1 a 5, em que foram determinados valores crescentes das condições mais favoráveis para as menos favoráveis (Tabela 4).

Tabela 4. Escala de graduação das condições internas do galpão para cada variável em estudo.

ESCALA	TBS (°C)	UR ar (%)	Velocidade Ar (m/ s)
1	27 – 28	53 – 55	1,80 – 2,20
2	28 – 29	55 – 57	1,40 – 1,80
3	29 – 30	57 – 59	1,00 – 1,40
4	30 – 31	59 – 61	0,60 – 1,00
5	31 - 32	61 - 63	0,20 – 0,60

4.3.2 Variáveis Bioclimáticas

4.3.2.1 Variáveis bioclimáticas internas

As seguintes variáveis foram coletadas ao longo de todo lote de produção (lotes 7 a 10), continuamente a cada 1s e armazenados pela média de 15min em memória e transferidos para um computador semanalmente:

- TBS - Temperatura de Bulbo Seco do ar (°C);
- UR - Umidade Relativa do ar (%);
- VAR - Velocidade do ar (m/s).

Para tanto, foram utilizados seis *HygroThermoAnemometer* (HTA 4200 – Pacer®, USA), ilustrado na Figura 14, dispostos a 50 cm de altura do piso, dentro de gaiolas metálicas de maneira a orientar o anemômetro perpendicularmente à direção do fluxo de ar gerado pela ventilação mecânica, principalmente no galpão G₂ (Figura 15). Para a garantia da autonomia e funcionamento dos equipamentos utilizou-se *no-breaks* e estabilizadores de linha, que permitiram a autonomia de coleta de dados e a integridade dos equipamentos em casos de interrupções de fornecimento de energia elétrica e oscilações na tensão de entrada, muito comuns no meio rural.

Todos os equipamentos foram previamente, revestidos com filme plástico ou tecido microperfurado (sensores) para evitar corrosões pelos agentes químicos aspergidos diariamente, no manejo sanitário e pelos gases gerados na fermentação do esterco, assim como pelos particulados orgânicos que se depositam sobre os circuitos elétricos danificando o sistema. Realizou-se teste comparativo de leituras simultâneas entre dois equipamentos, um com e outro sem este revestimento, posicionados no mesmo local, para a verificação da não interferência desta medida preventiva sobre os resultados da coleta de dados bioclimáticos.



Figura 14. Vista do *HygroThermoAnemometer* (Modelo HTA 4200, Marca Pacer®, USA).



Figura 15. Vista da gaiola metálica confeccionada para acondicionar os equipamentos em cada setor de cada galpão, a 50cm de altura do piso.

Cada equipamento foi numerado e para o seu posicionamento no setor, foi realizada uma única aleatorização para cada lote de produção. Durante a fase de aquecimento, procurou-se colocar a gaiola próxima ao centro geométrico da área ocupada pelos círculos de proteção que se expandiam a cada três dias, como ilustra a Figura 16.

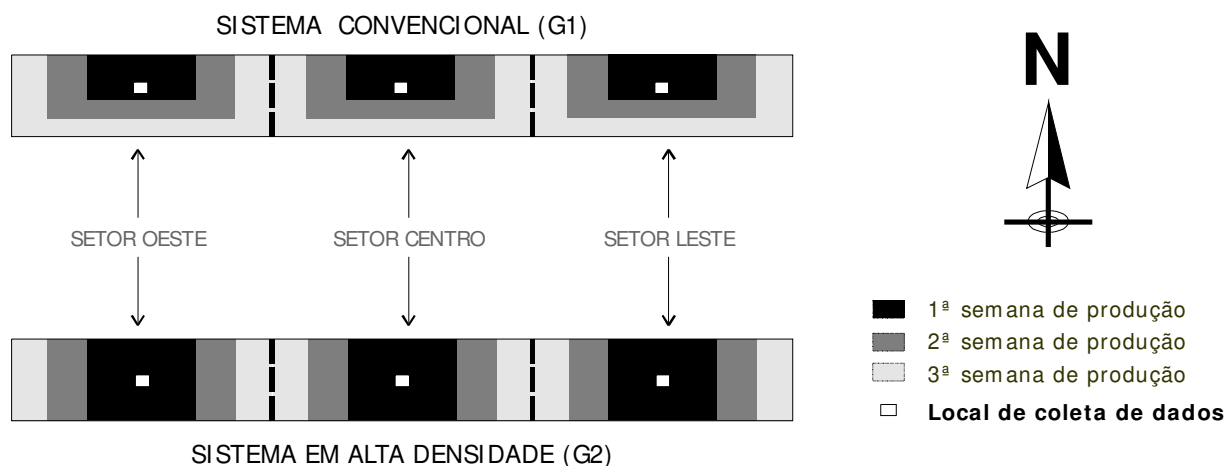


Figura 16. Expansão dos círculos de proteção nos dois galpões e posicionamento dos equipamentos de coleta das variáveis bioclimáticas.

4.3.2.2 Variáveis bioclimáticas externas

Para a coleta da TBS – Temperatura de Bulbo Seco (°C) e Umidade Relativa (%) do ar, externamente aos galpões, foram utilizados dois *dataloggers* Testostor da TESTO®, ambos com armazenamento de leituras a cada 15min e capacidade de memória para um lote de produção (Figura 17). Estes equipamentos foram fixados externamente na lateral ao galpão G₁, sob o beiral, a 1,5 m de distância do telhamento, em local com sombra permanente e proteção contra chuvas.



Figura 17. *Datalogger* Testostor 175 (TESTO®) com sensores de leitura para TBS e UR do ar.

Os dados foram analisados estatisticamente pelos valores de suas máximas e mínimas diárias para TBS e UR, e pelas máximas e médias diárias de VAR. Na fase inicial, de 0 ao 14º dia de produção, foram analisadas as mínimas de TBS, internas e externas, e as curvas noturnas que

traduziram a eficiência do sistema de aquecimento com campânulas. E na fase intermediária, com o acionamento de ventilação mecanizada (24º ao 35º dia de produção), foram comparadas as TBS máximas e as VARs.

4.3.3 Concentração de poeira no ar

As avaliações de concentração de poeira no ar foram feitas nos lotes 8 a 10, com dois enfoques:

- **Coleta semanal:** para avaliação da concentração da fração total e respirável de poeira no ar, ao nível dos frangos. Para tanto, foram utilizadas bombas de amostragem pessoal (Gilair 5 com *timer* - Gillian USA), dispostas de maneira simultânea, semanal e para o mesmo setor de cada galpão. Portanto, na fase de aquecimento, duas bombas foram dispostas em cada gaiola metálica, uma para cada fração, no mesmo setor para cada galpão, e próximas ao centro geométrico do pinteiro. Na fase de resfriamento procedeu-se da mesma maneira até a 5ª semana de produção, quando passou-se à avaliação simultânea de todos os setores nos dois galpões;
- **Coleta pontual:** para avaliação da concentração de poeira envolvida em atividades específicas do trabalhador dentro do galpão: 1) descarregamento de maravalha do caminhão; 2) carregamento e despejo dos balaies, e 3) distribuição da maravalha sobre o piso. A Figura 18 ilustra o posicionamento correto do equipamento no corpo para a coleta de dados.

4.3.3.1 Metodologias de avaliação

Para a avaliação de particulados suspensos no ar, foram adotadas as seguintes metodologias, cuja íntegra é apresentada em Anexos 8.1.

- **Poeira Total:** método 0500 – *Particulates not otherwise regulated* - Total, NIOSH (1994) e NHO 03 (FUNDACENTRO, 2001)
- **Poeira Respirável:** método 0600, *Particulates not otherwise regulated* – Respirable, NIOSH (1994) e NHO 03 (FUNDACENTRO, 2001).



Figura 18. Detalhe do uso de bomba de amostragem pessoal para avaliação da fração respirável.

As avaliações são feitas por gravimetria de partículas com diâmetro superior a $5\ \mu\text{m}$ e a NHO-03 (SANTOS & AMARAL 2001), detalha ainda mais a metodologia adotada pela NIOSH, descrevendo todas as etapas desde o preparo dos filtros, preparação para coleta, calibração e controle de qualidade, mensuração e cálculos do resultado final. Neste estudo, no entanto, não foi possível a aquisição de balança com a precisão mínima recomendada de $0,01\text{mg}$, utilizando-se equipamento acessível cuja precisão foi de $0,1\ \text{mg}$.

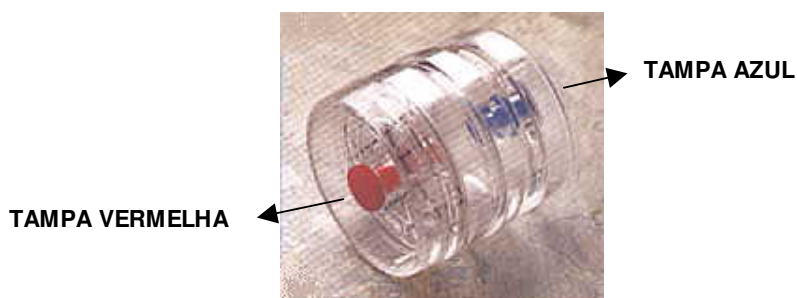
A quantificação deu-se no Laboratório de Ambiência da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP (Figura 19).

4.3.3.2 Poeira Total

Segundo a metodologia definida pela NIOSH (OSHA, 1994), a amostragem deve utilizar bomba de amostragem pessoal, cassetes de $37\ \text{mm}$ (Figura 20) e filtros PVC de $5\ \mu\text{m}$ de porosidade. A vazão de amostragem pode variar de 1 a $2\ \text{L/min}$ e o volume pode variar de 7 a $133\ \text{L}$. Se todas as etapas descritas forem seguidas corretamente, a acurácia pré-estabelecida pode chegar a $\pm 11,04\%$.



Figura 19. Equipamentos para avaliação de particulados suspensos no ar.



TAMPA VERMELHA

TAMPA AZUL

Figura 20. Imagem do cassette de três partes com as tampas vermelha (saída do ar) e azul (entrada do ar) para avaliação da concentração de particulados fração total no ar.

Os tempos de amostragem foram determinados a partir de testes pilotos considerando a tendência à saturação dos filtros ou a pesagem mínima necessária para uma avaliação gravimétrica em balança analítica de baixa precisão. Portanto, para a avaliação ambiental dentro dos galpões, foram utilizados os seguintes parâmetros: vazão de 1,5 L/min e volume de 720 L, o equivalente a 480min de coleta contínua, em função das características dos particulados existentes. Para avaliação das condições de trabalho, a vazão estabelecida foi de 1,5 L/min, no entanto, o tempo variou consideravelmente em função da atividade, o que gerou muita perda de amostras.

4.3.3.3 Poeira Respirável

Foi utilizada metodologia definida pela NIOSH (OSHA, 1994), onde a amostragem deve utilizar bomba de amostragem pessoal com ciclone de *nylon* (Figura 21), cassetes de 37 mm e filtros PVC de 5 µm de porosidade. A vazão de amostragem é de 1,7 L/min e o volume pode variar de 20 a 400 L.

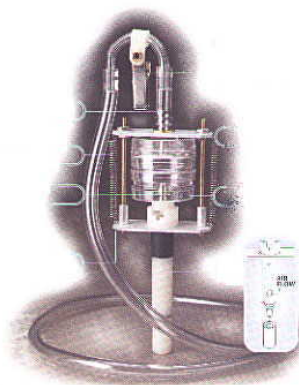


Figura 21. Ciclone de *nylon* acoplado ao sistema de coleta de amostra de ar da bomba de amostragem pessoal Gilian®, USA.

Esta metodologia baseia-se na técnica de avaliação por gravimetria de fração mássica de particulados com diâmetro inferior a 10 µm. Se todas as etapas descritas fossem seguidas corretamente, a perda estimada chega a 0,03 mg/amostragem. As etapas laboratoriais de preparo de cassetes com filtros e pesagens, seguem o mesmo descrito para a fração total; somente a coleta se faz de modo diferenciado, utilizando-se do ciclone.

Para a avaliação ambiental dentro dos galpões e para as atividades do trabalhador rural, foram utilizados os seguintes parâmetros: vazão de 1,7 L/min e volume de 720 L, o equivalente a 480min de coleta contínua, em função das características dos particulados existentes.

4.3.4 Condições de cama-de-frango

4.3.4.1 Umidade da cama-de-frango

A umidade da cama foi determinada semanalmente (semana 0 a 5) dos lotes 6 a 9, para cada setor dos dois galpões. A amostragem foi realizada a partir da escolha aleatória de 1 faixa das 11 faixas virtuais existentes por setor, coletando-se transversalmente ao galpão, toda o material de cama-de-frango existente na largura da espátula metálica utilizada (cerca de 10 cm de

largura), procedendo-se a homogeneização manual sobre bandeja plástica procurando-se desfazer as “placas de cama” que se formam sob os bicos do bebedouro *nipple* e deste montante, foi extraída uma amostra representativa do setor. Esta amostra foi padronizada volumetricamente, de modo a preencher um recipiente plástico rígido que foi lacrado, acondicionado em saco hermético e transportado em isopor contendo gelo químico até o laboratório na Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP. Somente na 1ª semana de produção, a amostragem se deu na área ocupada pelos círculos de proteção.

A umidade foi determinada pelo Método de Determinação do Grau de Umidade recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992):

1. Regular a temperatura da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$;
2. Identificar e pesar o recipiente com tampa em balança analítica previamente calibrada (Lata nº / Peso Líquido Inicial);
3. Homogeneizar a amostra de cama de frango numa bandeja plástica com luva e colocar uniformemente, uma quantidade aproximada de 10g de cama no recipiente, pesando-o novamente (Peso Bruto Inicial);
4. Preparar três recipientes para cada amostra de cama de frango analisada;
5. Colocar os recipientes na estufa a 105°C abertos sobre as tampas por 24h;
6. Retirar os recipientes, tampá-los e imediatamente, acondicioná-los em dessecadores até que esfriem por completo;
7. Pesar os recipientes fechados (Peso Bruto Final);
8. Calcular a percentagem de umidade aplicando-se a fórmula:

$$\% \text{ de Umidade } (U) = \frac{(\text{Peso Bruto Inicial} - \text{Peso Bruto Final}).100}{\text{Peso Bruto Inicial} - \text{Peso Líquido Inicial}} \quad (\text{Eq.3})$$

4.3.4.2 pH da cama-de-frango

A avaliação do pH foi realizada a partir da mesma amostra de cama-de-frango coletada para avaliação da sua umidade, da semana 0 a 5, nos lotes 6 a 9, de acordo com a seguinte metodologia:

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;
3. Aguardar o período de 30 minutos em repouso, para a sedimentação do material;
4. Leitura do pH com a introdução do bulbo do potenciômetro Digi-Sense®⁴ até a meia altura do volume da amostra diluída (Figura 22).



Figura 22. Avaliação de pH da cama-de-frango no laboratório da FEAGRI/UNICAMP.

⁴ Potenciômetro digital modelo nº 5938-00 Digi-Sense. Cole-Parmer Instrument Co, USA.

4.3.5 Concentração dos gases no ar

Para a avaliação da qualidade do ar ao longo do lote de produção, procedeu-se à mensuração da concentração dos gases O_2 (oxigênio), NH_3 (amônia), LEL (gases explosivos) e CO (monóxido de carbono) para o período de aquecimento (0 ao 14º dia de produção) e O_2 , NH_3 , CH_4 (metano), NO (óxido nítrico) e CO_2 para o período de resfriamento (15º ao final). Para tanto, foram adquiridos três monitores de gases portáteis digitais (Multilog 2000, Quest® EUA – Figura 23), configurados para leitura contínua a cada segundo e com armazenamento das médias a intervalos de 15 min. A cada semana, dois equipamentos foram aleatoriamente escolhidos e dispostos simultaneamente em duas gaiolas metálicas, no mesmo setor, em cada um dos galpões.

Os horários de armazenamento foram sincronizados com o restante dos equipamentos de coleta de dados (bioclimáticos e níveis de pressão sonora) para minutos fechados em 15, 30, 45 e 00 de cada hora. Ao final do lote, os dados foram transferidos para o computador e analisados em software próprio. Para garantir a autonomia de leitura do equipamento, foram utilizadas três baterias de NiCd ligadas a um *timer* de ajuste regulável, que por sua vez foi ligado ao *no-break* em conexão direta com a rede elétrica local, de modo a garantir a continuidade de leitura em casos de queda da tensão ou do fornecimento de energia.



Figura 23. Multilog 2000 (Quest®, USA) para avaliação contínua da concentração dos gases CO, CH_4 , NH_3 e NO no ar.

Este equipamento originalmente, foi desenhado para uso industrial no monitoramento das condições ambientais de trabalho, tendo portanto, uma série de limitações de uso que tiveram

que ser adaptadas dentro dos galpões de produção de animais. A tecnologia baseia-se em sensores eletroquímicos que quantificam a concentração de um gás específico no ar, de acordo com a diferença de potencial elétrica causada pela sua presença na membrana de detecção. As características de cada sensor são apresentadas na 5.

Tabela 5. Dados específicos dos sensores de gás do Multilog 2000 (Quest®, USA).

GÁS	Faixa	Resolução	Precisão	Variação
CO	0 – 999 ppm	1 ppm	± 5%	< 2%
LEL	0 - 100%	1%	± 5%	< 5%
CH ₄	0 – 5%	0,1%	± 5%	< 5%
NH ₃	0 – 50 ppm	1 ppm	± 5%	< 10%
NO	0 – 100 ppm	0,5 ppm	± 5%	< 2%

Os níveis de gases combustíveis no ar podem ser medidos como uma percentagem do LEL (Limite Explosivo Inferior) ou como uma percentagem por volume de CH₄ (metano), utilizando-se o mesmo sensor. Uma atmosfera que contenha gases combustíveis inferiores ao LEL, é considerada uma atmosfera pobre, não explosiva e segura. A avaliação de CH₄ é específica e serve como base de calibração em 100% para o LEL, mas não descarta a possibilidade de sensibilidade relativa a outros gases combustíveis como propano, amoníaco, hidrogênio, monóxido de carbono, entre outros.

A partir dos dados fornecidos pelo equipamento, foram utilizados os dados correspondentes ao STEL (Limite de exposição de curto prazo) para CO, NH₃ e NO, e as mínimas de O₂. O STEL corresponde ao nível médio de exposição ao gás tóxico em qualquer intervalo de 15min durante um período de trabalho ou leitura, e aproveitando-se desta determinação, optou-se pela amostragem de 15min para o estudo. Os dados de TWA (Tempo Médio Ponderado) representam o nível médio de exposição a gases tóxicos equivalentes ao período de oito horas de trabalho e o PEAK (pico) determina o pico de leitura dentro do tempo de 15min acumulados. Estes parâmetros foram apenas considerados como indicadores de não conformidade na coleta de dados.

Para a garantia da precisão das leituras foi imprescindível a calibragem prévia a cada lote de produção, utilizando-se de gases de calibração padrão (White Martins®) na própria granja de produção, sob as mesmas condições de pressão atmosférica do ar.

A coleta de dados da concentração de amônia no ar (ppm) foi efetuada ao longo do lote de produção de 30 de outubro a 21 de dezembro de 2003, do dia zero (chegada dos pintainhos) ao 37º dia de produção. Para a análise estatística, os dados foram equalizados para os dois galpões, excluindo-se os valores de um que não apresentassem os correspondentes no outro, visto que os equipamentos foram posicionados separadamente, e em função do tempo de vida útil da bateria/pilha ou de desligamentos dos equipamentos por razões alheias (aves, manejo, falta de energia elétrica), algumas leituras foram mais longas em um galpão que em outro.

A avaliação da concentração de monóxido de carbono foi realizada durante o período noturno dos lotes sete a nove, do dia zero ao 14º dia de produção quando se utilizam as campânulas de aquecimento à gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), utilizando-se o Multilog 2000.

Para avaliação da concentração de CO₂ no ambiente interno do galpão, foram coletadas amostras de ar instantâneas a 50cm de altura do piso, em cada setor dos dois galpões, na última semana de produção, utilizando-se de bomba de sucção e tubos colorimétricos (Dräger® - Figura 24) para CO₂ (100 – 3.000 ppm). A coleta foi realizada no centro geométrico do setor onde se posicionou a gaiola metálica contendo os demais equipamentos e recorreu-se a esta metodologia, pela impossibilidade tecnológica de avaliação deste gás em específico por meio de sensores eletroquímicos como os descritos anteriormente.

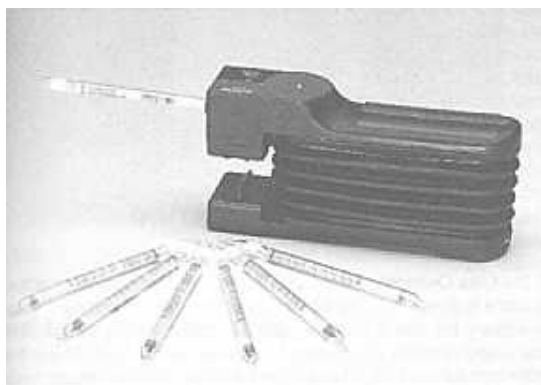


Figura 24. Bomba de sucção manual (Dräger®) para amostragem da concentração de CO₂ no ar.

A avaliação da concentração de CO₂ da amostra de ar, segue o seguinte princípio: a amostra de ar de 100 cm³ é succionada para dentro da Bomba de detecção Dräger®⁵ passando pelo tubo reagente acoplado à sua extremidade, que contém hidrato de hidrazina em presença de cristal de violeta. A avaliação da concentração de CO₂ nesta amostra se dá pela reação redox (oxidação – redução) deste componente químico, que passa a apresentar coloração violeta após o contato com o gás, sendo então, a concentração avaliada em ppm através da leitura em escala graduada situada na parede do tubo (Figura 25). O erro padrão deste método oscila entre 10 a 15% e o valor lido na escala graduada deve ser devidamente corrigido em função da altitude encontrada no local, através da fórmula:

$$F = \frac{1013}{\text{Pressão atmosférica local (hPa)}} = \frac{1013}{940,66} = 1,0769 \quad (\text{Eq.4})$$



Figura 25. Ilustração do tubo colorimétrico para detecção de CO₂ no ar (Dräger ®).

Para a conversão de ppm para mg/m³ e vice-versa, em função das diferentes apresentações na literatura revisada, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Concentração}(\text{mg} / \text{m}^3) = \frac{\text{massa molar (g)}}{\text{volume molar (L)}} \times \text{concentração(ppm)} \quad (\text{Eq.5})$$

⁵ Bomba modelo Accuro e tubo de gás carbônico 100/a (100 - 3000ppm).

4.3.6 Níveis de Pressão Sonora

Para a avaliação dos níveis de pressão sonora (ruído) dentro dos galpões, foi utilizado o decibelímetro/dosímetro SVAN 943®, classificação tipo II, ilustrado pela Figura 26, sob dois enfoques a saber.



Figura 26. Medidor de pressão sonora SVAN 943, Svantek®, Polônia.

4.3.6.1 Avaliação ambiental

Para a avaliação dos níveis de pressão sonora nos galpões, foi proposto um estudo da sua distribuição espacial em função da disposição das diversas fontes geradoras de ruído existentes, seguindo as recomendações da NR 10.151. Para tanto, seriam realizadas leituras de 1min em cada uma das 44 células/setor estabelecidas virtualmente para esta avaliação em diversas composições, durante o vazio sanitário⁶, com os galpões forrados com maravalha e sem os animais:

→ Ruído de fundo: sem acionamento dos equipamentos;

⁶ Vazio Sanitário – corresponde ao período entre lotes consecutivos, sem animais, no qual os galpões são limpos e aplicadas todas as medidas de biossegurança durando cerca de 20 dias, aproximadamente.

- Ruído de fundo + ruído de silos de comedouro: acionamento simultâneo para as três linhas;
- Ruído de fundo + ruído de equipamentos de ventilação: acionamento exclusivo sem silos;
- Ruído de fundo + ruído de silos de comedouro + ruído de equipamentos de ventilação: acionamento simultâneo.

4.3.6.2 Avaliação contínua por períodos de 24h

Para a avaliação dos níveis de pressão sonora a que são expostas aves e trabalhadores ao longo do lotes de produção, foi proposto estudo de leitura contínua de 24h em cada galpão.

Previamente a estas coletas, foram realizados três estudos pilotos para avaliação da metodologia proposta.

4.3.6.3 Piloto 1

O objetivo deste estudo piloto (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2002) foi comparar os níveis sonoros no centro geométrico de cada setor de cada galpão (G_1 e G_2), no nível do piso, onde foi colocado o Medidor de Pressão Sonora modelo 2200 (Quest®, USA), por um período de três minutos e com armazenamento da média de dez segundos para faixa de leitura de 40 a 100 dBA (pressão sonora para escala ponderada adaptada para o ouvido humano). Em cada galpão, foram realizadas duas sessões de coleta: níveis sonoros de fundo (equipamentos de ventilação desligados) e níveis sonoros do sistema de ventilação + fundo (equipamentos ligados). Os resultados foram avaliados segundo suas médias, e a partir destes, calculou-se a contribuição exclusiva do sistema de ventilação nos níveis sonoros dentro de cada galpão através de:

$$NPS = 10 \cdot \log \left[10^{P_{equip}/10} - 10^{P_{fundo}/10} \right] \quad (\text{Eq.6})$$

Onde:

NPS = Nível de Pressão Sonora (dBA);

P_{equip} = pressão sonora com equipamentos ligados + ruído de fundo (dBA); e

P_{fundo} = pressão sonora de fundo (dBA).

4.3.6.4 Piloto 2

Este estudo procurou avaliar a distribuição espacial de condições de estresse em galpão de produção de frangos de corte em alta densidade dotado de ventilação tipo túnel negativo e localizado no mesmo núcleo de produção que os demais, utilizando-se da ferramenta geoestatística (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2005).

Para tanto, o galpão foi dividido em 132 células de 3,0 x 3,5 m, como ilustrado na Figura 27. No centro geométrico de cada célula, foram coletadas as seguintes variáveis: TBS (°C), UR (%), VAR (m/s), nível de pressão sonora (dBA) e intensidade luminosa (lux). Foram utilizados os seguintes equipamentos: seis HTA-4200 (Pacer®, USA) para a coleta de variáveis bioclimáticas, um decibelímetro SVAN 943 (Svantek®, Polônia) para níveis de pressão sonora e um luxímetro (Hagner®, USA) para intensidade luminosa. A coleta foi realizada sistematicamente, caminhando-se da cabeceira leste para o oeste, em oposição ao fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação durante o período crítico de calor (14:00 às 17:00h, condições de verão) da sexta semana de produção, quando o estresse térmico das aves é mais evidente. Após o posicionamento no centro de cada célula, foram aguardados 10 s para estabilização dos movimentos das aves e efetuou-se a coleta concomitante de todas as variáveis (equipamentos dispostos ao redor de uma caixa que foi posicionada a 25cm do piso) durante o período de 15s. A geoestatística foi utilizada para a construção de mapas de distribuição espacial das variáveis, a partir dos quais visualizaram-se as posições que apresentaram condições mais desfavoráveis à produção das aves, em função do estresse verificado.

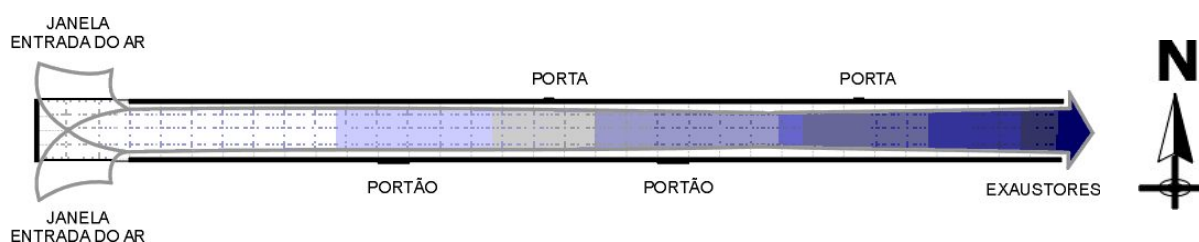


Figura 27. Esquema de galpão com sistema de ventilação tipo túnel, dividido virtualmente, em 132 células, nas quais foram coletados os dados.

4.3.6.5 *Piloto 3*

O terceiro estudo piloto, realizado no Laboratório de Ambiência da FEAGRI/UNICAMP, objetivou a coleta e análise dos sons provenientes da vocalização de pintainhos de 1 dia.

Para esta primeira avaliação, foram adquiridos 10 pintainhos da linhagem AgRoss (Agrocères®) diretamente do incubatório, solicitando-se aves potencialmente saudáveis e advindos de matrizes em boa fase de produção que gerasse pintainhos de qualidade.

Procedeu-se à identificação (machos com primários mais curtos; fêmeas com primários de mesmo comprimento – Figura 28) e um a um, os pintainhos foram colocados na câmara semi-anecóica, (câmara de isolamento acústico parcial – ruído de fundo de 24 dBA), especialmente desenvolvida para este estudo - Figura 29.

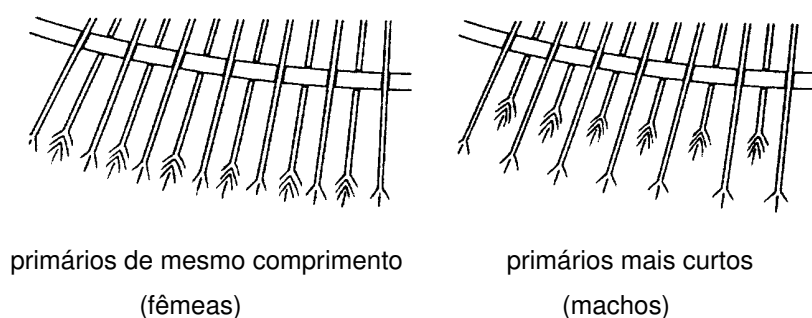


Figura 28. Diferenciação de pintainhos pelo empenamento das asas (AGROCERES, 2000).

Os piados foram gravados durante o período de 1min utilizando-se microfone de mesa, multidirecional com alta frequência de resposta (Clone®) e placa de som Audigy 2 ZS (Soundblaster®, USA) para interface do microfone com computador. A gravação foi realizada em 24 bits e 96 kHz tomando cuidado constante para que não fossem gerados ruídos que influenciassem a gravação.

Os arquivos de som foram gravados, armazenados e analisados digitalmente, utilizando-se os programas *Adobe Audition 5.1* (Adobe®) e o “*Praat: doing phonetics by computer*”⁷. A partir dos espectrogramas e seus respectivos formatos de onda, foram confeccionados

⁷ Programa utilizado na análise e síntese da fala, desenvolvido por Paul Boersma e David Weenink do Departamento de Fonética da Universidade de Amsterdã.

histogramas, a partir dos quais procurou-se por diferenças nos espectros do som emitidos por pintainhos machos e fêmeas que fossem aplicáveis no manejo de sexagem das aves ainda no incubatório.



Figura 29. Vista da câmara semi-anecóica para avaliação da vocalização de pintainhos.

4.3.7 Variáveis produtivas

A produtividade dos lotes foi avaliada pelos seguintes índices:

4.3.7.1 Mortalidade

Os dados de mortalidade foram obtidos diariamente, nos lotes 1 a 9, porém não puderam ser obtidos separadamente para cada setor dos galpões, nos lotes 5 e 9. Em estudo anterior, realizado na mesma granja, Miragliotta (2000) observou que a mortalidade na fase inicial do galpão em alta densidade foi inferior ao valor encontrado no galpão convencional e para fins comparativos, os dados deste estudo foram analisados de forma acumulada ao final do lote e semanalmente, da 1^a a 7^a semana de produção, procurando-se estabelecer recomendações de cuidados em diferentes épocas do ano, de calor e frio.

As demais variáveis foram coletadas até a 5^a semana de produção, quando se iniciaram as retiradas das aves para abate, em função dos riscos evidentes de se causar danos aos equipamentos durante a “apanha” das aves, por ser realizada no período noturno e no escuro, o que reduz o estresse das aves.

Este índice é usualmente obtido pela fórmula:

$$\% \text{ Mortalidade} = \frac{n^{\circ} \text{ de aves mortas}}{n^{\circ} \text{ de pintos de 1 dia iniciados}} \times 100 \quad (\text{Eq.7})$$

4.3.7.2 Peso das aves

Para a avaliação do peso das aves, foi confeccionada cerca portátil e flexível de 1 m de altura para o cercamento de um grupo aves de cada setor, após prévia miscigenação das mesmas (Figura 30). A pesagem foi realizada utilizando-se engradado plástico para contenção das aves e balança eletrônica de capacidade máxima de 15 kg.

Uma vez cercadas, as aves foram sexadas pela diferença de empenamento descrita geneticamente na linhagem e pesadas separadamente, em machos e fêmeas. Foram amostradas 0,5% de fêmeas e 0,5% de machos por setor que corresponderam a: 30 fêmeas e 30 machos por setor no galpão convencional G₁ e 40 fêmeas e 40 machos por setor no galpão em alta densidade G₂, conforme ilustra a Figura 31. Este procedimento foi realizado para avaliação das diferenças de ganho de peso de machos e fêmeas mesmo em lotes mistos, e para estabelecer correlações com as demais variáveis setoriais.



Figura 30. Cerca portátil de contenção de aves para a pesagem semanal.



Figura 31. Diferenciação entre machos e fêmeas da linhagem AgRoss pelo empenamento das aves (AGROCERES, 2000).

4.3.7.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar ao final de cada lote de produção foi obtida através da fórmula:

$$CA = \frac{\text{total de kg de ração consumida}}{\text{total de kg de frangos vivos vendidos}} \quad (\text{Eq.8})$$

4.3.7.4 Ganho de Peso Diário

O ganho de peso diário ao final de cada lote em cada sistema de produção foi obtido através da fórmula:

$$\text{Ganho de Peso Diário} = \frac{\text{kg frango vendido} / \text{n}^\circ \text{ aves vendidas}}{\text{idade média}} \quad (\text{Eq.9})$$

4.3.7.5 Índice de Eficiência Produtiva

O índice de eficiência produtiva ao final de cada lote em cada sistema de produção foi obtido através da fórmula (AGROCERES, 2000):

$$IEP = \frac{Viabilidade * Peso Vivo [kg]}{Idade em dias * CA} \times 100 \quad (Eq.10)$$

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise estatística foram definidas as seguintes condições.

1) Duas Unidades Experimentais:

→ Unidade Experimental 1: um galpão com tratamento convencional em que há confundimento do sistema de ventilação natural com fluxo de ar predominante no sentido leste-oeste associado a oito ventiladores axiais no período de resfriamento do galpão, e associado à densidade populacional de 13 aves/m², aproximadamente.

→ Unidade Experimental 2: um galpão com tratamento em alta densidade em que há confundimento do sistema de ventilação tipo túnel negativo no período de resfriamento do galpão, associado à densidade populacional de aves de 18 aves/m², aproximadamente.

2) Não existiram replicações;

3) Foram consideradas “variáveis perturbadoras”, as Temperaturas de Bulbo Seco (TBS - °C) e Umidade Relativa (%) do ar externamente aos galpões, provenientes das condições climáticas relativas à própria região onde se localizaram os galpões. Estas variáveis determinaram dois períodos de estudos: “período de calor” para os lotes de outubro a março e “período de frio”, para os lotes de abril a setembro.

4) Foram realizados estudos pilotos para aferição da metodologia de coleta e avaliação da influência de uma variável sobre a outra.

Com base nestas condições, este estudo foi definido como um estudo observacional, uma vez que não se pôde aleatorizar as condições fixas e inerentes dos galpões, tais como, o sistema de ventilação e a densidade populacional das aves.

Para a redução na indução de erros pelo uso de equipamentos, foi realizada aleatorização de cada escolha efetuada. A cada lote, foi realizada a aleatorização do setor onde seriam posicionados cada equipamento de coleta de variáveis bioclimáticas, mantendo-se o mesmo conjunto do início ao final de cada lote. Semanalmente, foi determinado aleatoriamente, o setor onde ocorreriam as coletas pareadas de gases e poeiras, além da escolha dos equipamentos a serem utilizados em cada galpão. No caso da avaliação do ruído, com apenas um equipamento disponível, foi efetuada aleatorização do galpão em que o equipamento seria colocado semanalmente, para as coletas de 24h.

A avaliação dos parâmetros foi feita, inicialmente, verificando-se a normalidade da distribuição dos dados, fato este não observado para a maioria deles, optando-se portanto, por comparação de medianas por testes não-paramétricos de Mann-Whitney ou Kruskal-Wallis. A inter-relação entre variáveis, foi realizada por meio de análises de correlação e regressões.

Para as variáveis de ruído e luz, foram realizadas análises de distribuição espacial dos dados dentro dos galpões, porém a aplicação de geoestatística foi possível apenas em estudo piloto.

Procurou-se manter o mesmo manejo produtivo ao longo do período de estudos e os mesmos funcionários para o trato diário dos galpões.

Todos os resultados das análises estatísticas são apresentados na sua íntegra em Anexos 8.2, assim como os testes de normalidade dos resíduos para optar-se por uma metodologia de análise ou outra. Um resíduo é definido pela diferença entre uma observação e a média do tratamento correspondente.

4.5 ESTIMAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA NO AR

A partir dos resultados das análises estatísticas que determinaram correlações significativas entre as variáveis, foram obtidas equações de estimação da concentração de amônia no ar para cada um dos dois galpões.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do estudo piloto (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2003b) que determinou o posicionamento dos equipamentos de coleta de dados dentro de cada setor, são apresentados na Figura 32. Observou-se um aumento dos valores de TBS da cabeceira leste em direção à oeste, seguindo o fluxo de ar imposto pela ventilação tipo túnel. Seus maiores valores foram observados na metade oeste do galpão, na face voltada para o norte, chegando à máxima de 32°C. Além do arraste de calor pelo fluxo de ar, estes resultados podem estar relacionados à maior insolação que esta área recebe no período vespertino, quando foram realizadas as coletas dos dados.

Maiores valores de UR do ar foram observados em locais com menores valores de TBS, pelas próprias características psicrométricas do ar. No entanto, todos os resultados estiveram dentro da faixa de conforto térmico para as aves, entre 50 a 70%.

Já no que se refere à velocidade do ar, contrariamente ao esperado, foram observados menores valores próximos à cabeceira leste do galpão. Nesta cabeceira existiam grandes vãos para a entrada do ar, com peitoril a uma altura aproximada de 70cm do piso. A massa de ar que adentrou o galpão a 70cm do piso, só veio a recair sobre as aves a uma distância aproximada de 5m da cabeceira, gerando na posição estudada, uma maior estagnação do ar. No restante do galpão, observou-se um fluxo de ar uniforme decorrente do sistema de ventilação empregado, em que os valores variaram de 1,6 a 2,2 m/s.

Concluiu-se que as posições mais desfavoráveis dentro do galpão variaram conforme a variável estudada (TBS e Velocidade do ar), mas que no seu estudo conjunto, atrelando as três variáveis, as posições mais centrais no galpão, apresentaram melhores condições bioclimáticas de produção quando comparadas às cabeceiras.

Em função das variações observadas para TBS e UR no sentido transversal do galpão, decidiu-se adotar seu eixo longitudinal onde se localizam os pilares, como posição mais adequada para a coleta de dados, possibilitando obter as condições médias da área de cada setor.

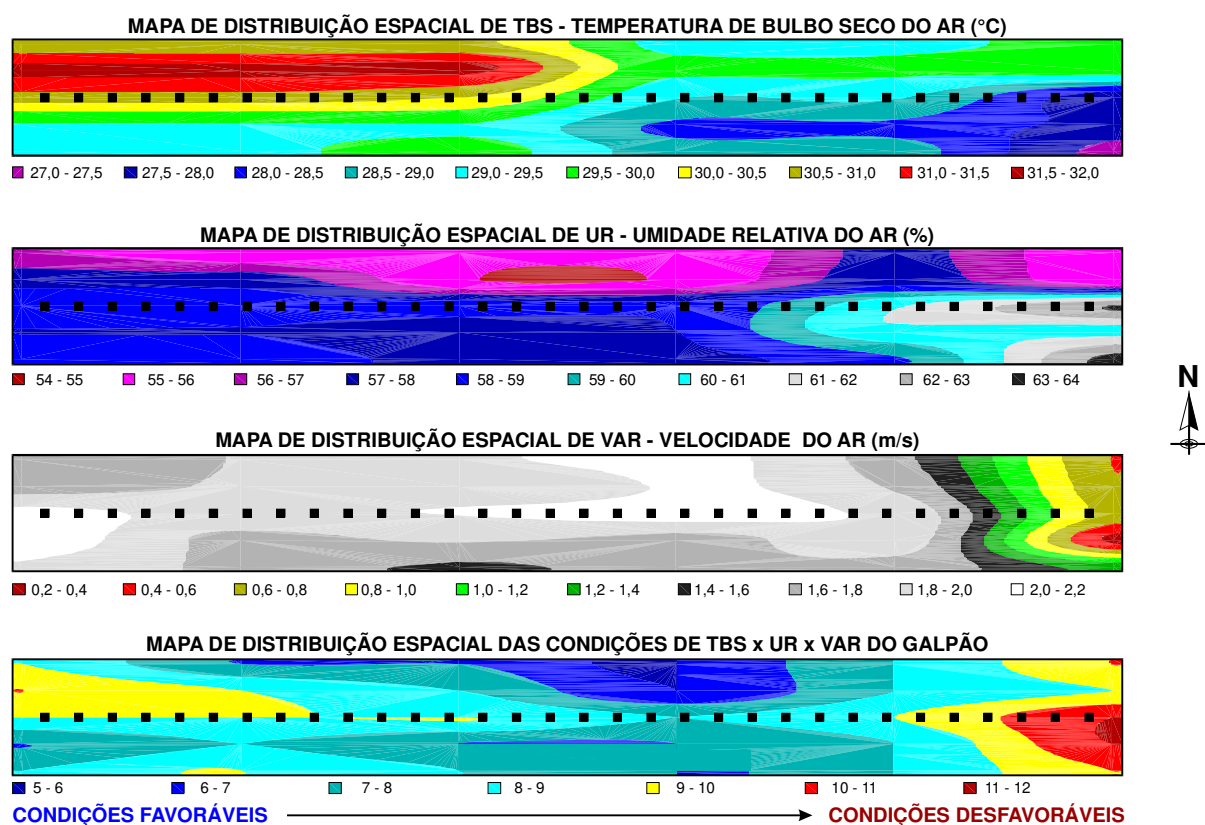


Figura 32. Distribuição espacial das variáveis bioclimáticas em galpão de produção de frangos de corte com sistema de ventilação túnel negativo (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2003b).

5.1 VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS

As variáveis bioclimáticas foram primeiramente, avaliadas como possíveis “variáveis perturbadoras” cuja variação influenciaria a resposta das demais variáveis de condição ambiental interna dos galpões. Estas condições poderiam ser avaliadas tanto pela Temperatura de Bulbo Seco (TBS, °C) quanto pela Umidade Relativa do Ar (UR, %), pois descreveriam as mesmas características psicrométricas locais.

Desta forma, a análise estatística não-paramétrica de Kruskal-Wallis para teste de igualdade para medianas foi realizada sobre os valores de TBS externa dos lotes sete a dez e determinadas significativamente ($p\text{-valor} \leq 0,05$), duas épocas distintas: frio (lotes sete e dez) e calor (oito e nove) – Figura 33.

Para cada uma das épocas, foi determinada a fase crítica de produção de frangos de corte, sendo:

- Época de frio (agosto/2003 e março/2004): fase de aquecimento (0 a 14º dia de produção) na condição noturna, das 19:00h às 7:30h do dia seguinte;
- Época de calor (outubro/2003 e janeiro/2004): fase de resfriamento (25º ao 35º dia de produção) na condição diurna, das 11:00 às 19:00h.

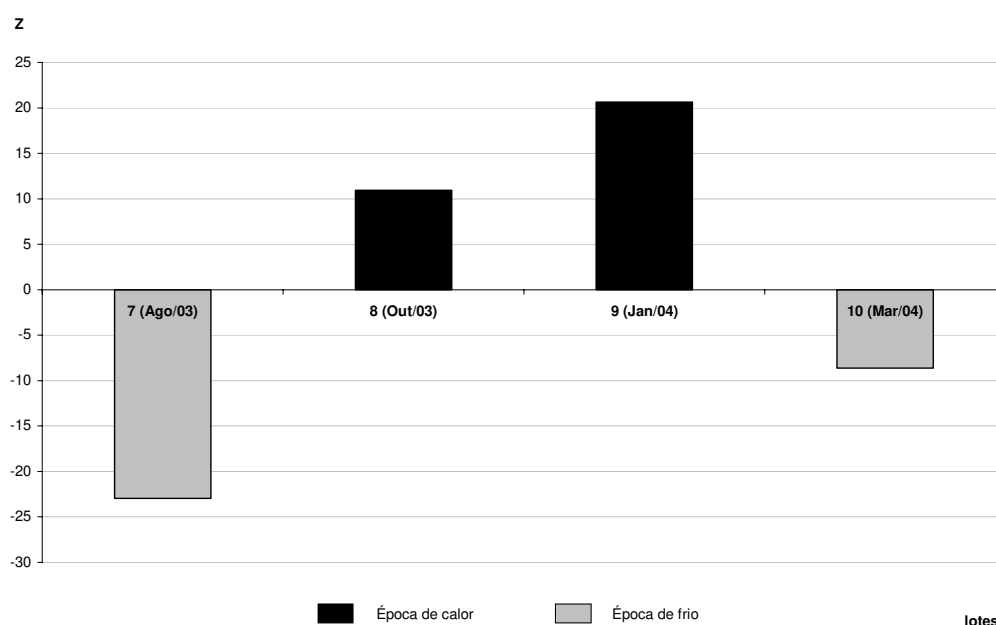


Figura 33. Diferenciação de condições climáticas segundo épocas de frio e calor, para os lotes, utilizando teste de Kruskal Wallis.

5.1.1.1 *Época de Frio*

Devido ao padrão de não-normalidade dos dados segundo o teste de Anderson-Darling, os dados noturnos foram comparados por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis e determinou-se que ao nível de 5% de significância, existiram diferenças entre as medianas de TBS e UR do ar dos dois galpões estudados (Tabela 6). O galpão G₂ apresentou valores de medianas de TBS superiores às observadas no galpão G₁, principalmente após o 5º dia de produção e valores inferiores de UR em quase todos os dias avaliados (Figuras 34 e 35). O menor número de pintainhos e uma condição ineficaz de vedação térmica dada pelas condições das cortinas no galpão G₁, o que pode ser observado pelos valores máximos de VAR neste galpão, determinaram estes resultados, além do fato de que a partir do 5º dia de produção, inicia-se a expansão da área dos círculos de proteção, levando aos ajustes de posicionamento de campânulas. Até então, pelo tamanho das aves, os círculos nos dois galpões teriam uma área de ocupação bastante próxima, uniformizando as condições ambientais de produção.

Tabela 6. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos galpões G₁ e G₂, para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.

Variável	Galpão	Média ± D.P.	Mediana	Mínima	Máxima	Média Externa
TBS (°C)	G ₁	21,02 ± 2,10	20,75 *	15,50	26,65	16,08
	G ₂	21,66 ± 1,69	21,60 *	16,90	26,30	
UR (%)	G ₁	72,69 ± 7,40	74,60 *	44,60	84,90	77,76
	G ₂	70,89 ± 7,65	72,50 *	40,50	82,10	
VAR (m/s)	G ₁	0,00 ± 0,02	0,00	0,00	0,30	--
	G ₂	0,00 ± 0,00	0,00	0,00	0,10	

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor ≤ 0,05).

Determinadas as diferenças entre os galpões, passou-se à análise estatística comparativa entre os setores dentro de um mesmo galpão.

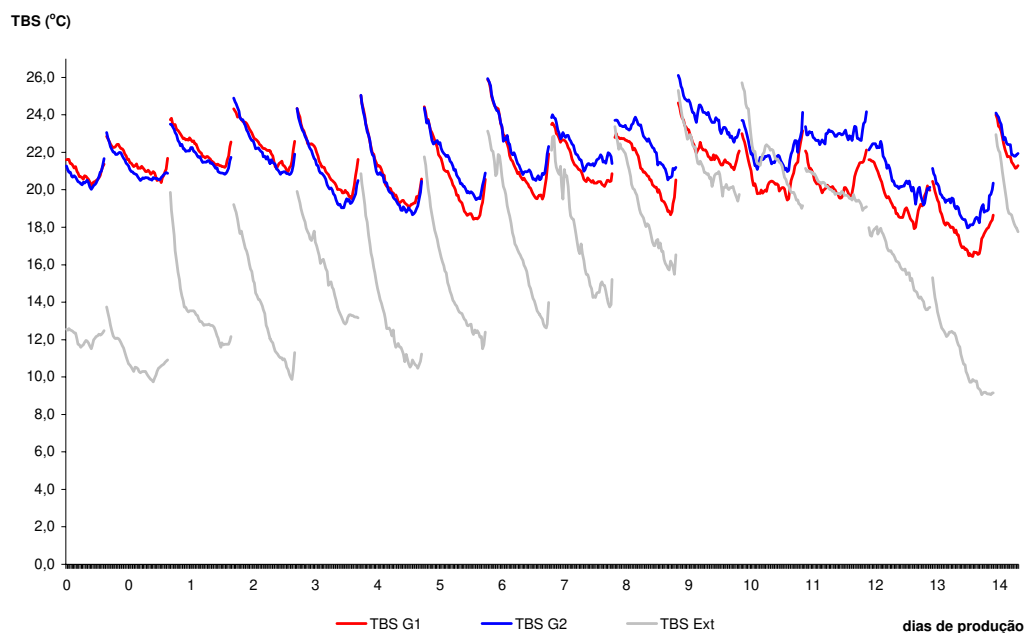


Figura 34. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, e comparativamente às condições externas.

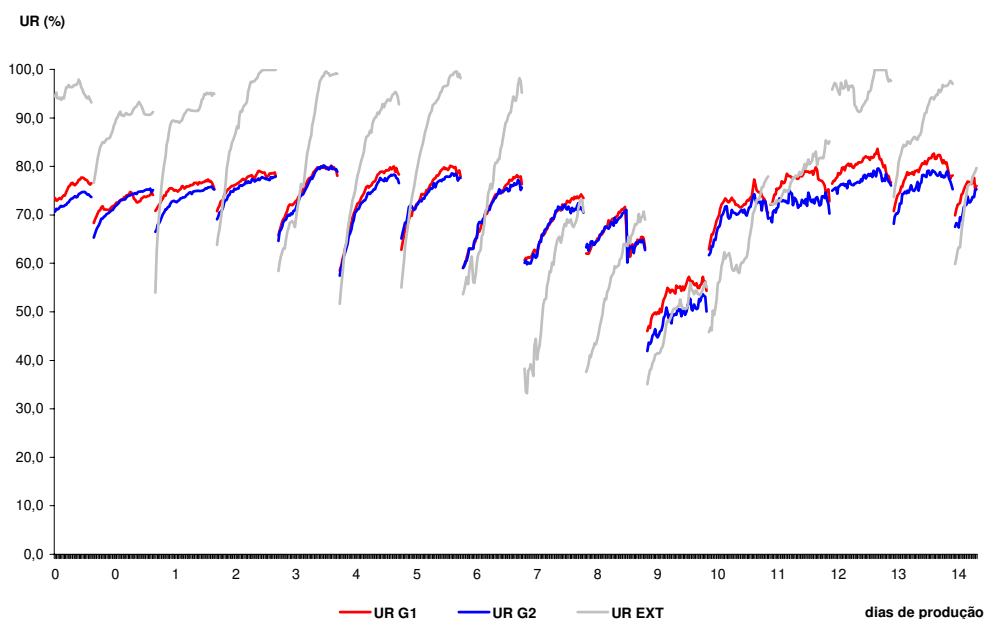


Figura 35. Umidade Relativa do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, e comparativamente às condições externas.

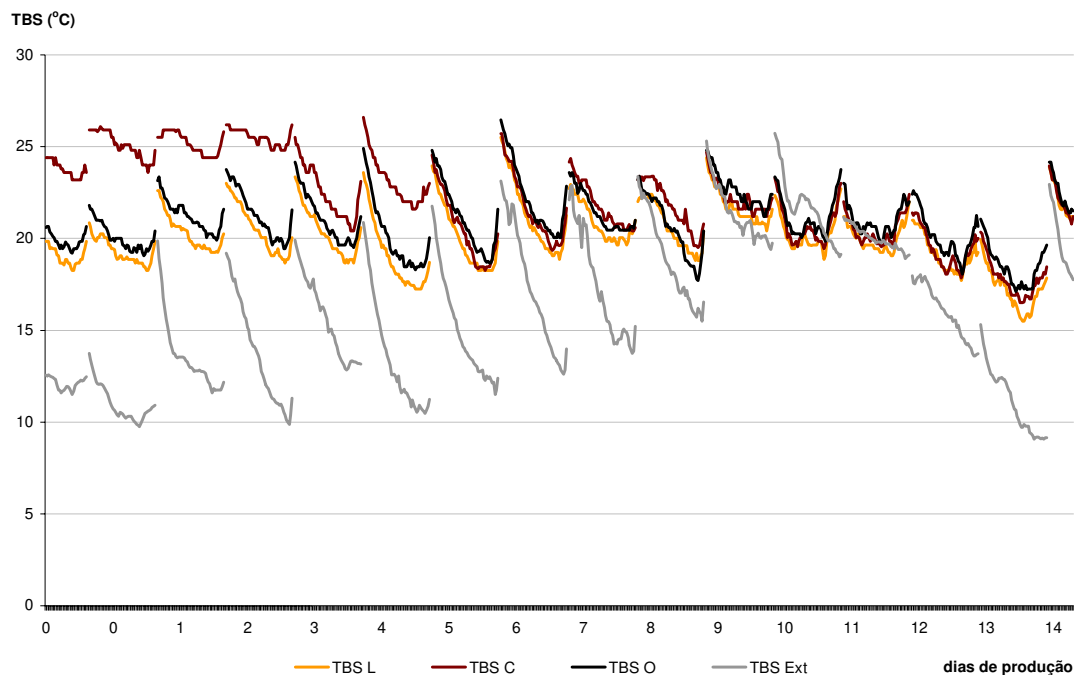


Figura 36. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, nos setores do galpão G₁ e comparativamente às condições externas.

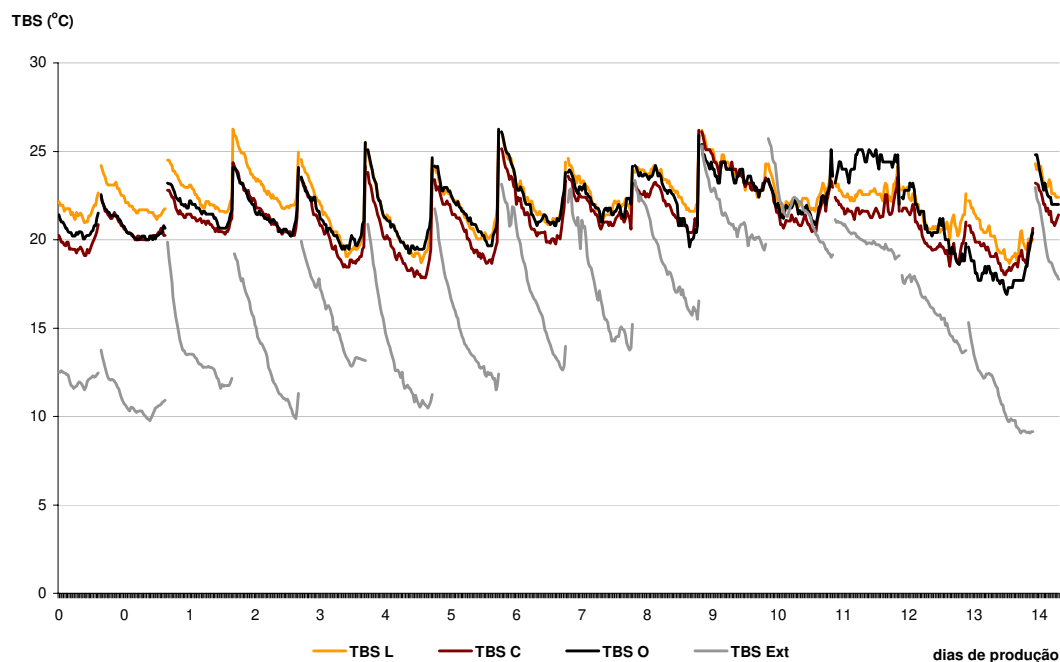


Figura 37. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de aquecimento dos pintainhos (dia zero ao 14º dia de produção), durante o período noturno (19:00 – 7:30h), na época de frio, nos setores do galpão G₂ e comparativamente às condições externas.

O galpão G₁ apresentou para esta fase de aquecimento, diferenças significativas (p-valor $\leq 0,05$) nas medianas de TBS do ar entre o setor centro (22°C) quando comparado aos demais, leste (19,5°C) e oeste (20,65°C), notadamente até o 5º dia de produção (Figura 36). Este resultado pode ser sugestivo do efeito bordadura, em que o setor centro estaria menos exposto às condições externas em duas faces laterais, visto que fez interface com os demais setores e o 5º dia de produção, marcaria o início da uniformização das condições ambiente, pelo aumento da área ocupada pelos círculos de proteção nos setores. Quanto à UR do ar, foram observadas diferenças significativas (p-valor $\leq 0,05$) entre os setores leste (75,10%) e centro (75,33%) quando comparados ao setor oeste (73,28%). Não foram observadas diferenças estatísticas entre a velocidade do ar nos dois galpões, que se apresentou nula em grande parte do tempo (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G₁ para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.

Variável	Setor	Média $\pm$ D.P.	Mediana	Mínima	Máxima
TBS (°C)	Leste	20,05 $\pm$ 1,66	19,85 *	15,50	25,50
	Centro	22,06 $\pm$ 2,39	22,00 *	16,50	26,60
	Oeste	20,94 $\pm$ 1,68	20,65 *	17,10	26,65
UR (%)	Leste	73,44 $\pm$ 7,41	75,10 *	45,90	84,90
	Centro	73,19 $\pm$ 7,55	75,33 *	45,90	84,85
	Oeste	71,45 $\pm$ 7,06	73,28 *	44,60	82,95
VAR (m/s)	Leste	0,00 $\pm$ 0,03	0,00	0,00	0,30
	Centro	0,00 $\pm$ 0,01	0,00	0,00	0,11
	Oeste	0,00 $\pm$ 0,01	0,00	0,00	0,15

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor $\leq 0,05$).

Ao se comparar os resultados entre setores do galpão G₂, foram observadas diferenças significativas (p-valor $\leq 0,05$) entre as medianas de TBS do ar do setor leste (22,20°C) quando comparado aos demais, centro (21,05°C) e oeste (21,60°C), Tabela 8. A diferença observada se atém a valores numéricos, em função do elevado número de amostras obtidas, e neste caso, teria menor influência sobre as aves dos diferentes setores que a diferença observada no galpão G₁.

Tabela 8. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G₂ para o período noturno (19:00h às 7:30h), do dia zero ao 14º dia de produção.

Variável	Setor	Média ± D.P.	Mediana	Mínima	Máxima
TBS (°C)	Leste	22,17 ± 1,48	22,20 *	18,55	26,25
	Centro	21,10 ± 1,58	21,05 *	17,84	26,20
	Oeste	21,74 ± 1,82	21,60 *	16,90	26,30
UR (%)	Leste	71,85 ± 7,49	71,85 *	40,50	82,10
	Centro	74,50 ± 7,63	74,50 *	42,90	81,45
	Oeste	71,75 ± 7,66	71,75 *	41,40	80,20
VAR (m/s)	Leste	0,00 ± 0,00	0,00	0,00	0,00
	Centro	0,00 ± 0,00	0,00	0,00	0,00
	Oeste	0,00 ± 0,00	0,00	0,00	0,10

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor ≤ 0,05).

A Figura 37 ilustra as variações de TBS em cada setor do galpão G₂, comparativamente às variações da TBS externa no mesmo período, em que o setor leste apresentou maiores leituras até o 5º dia de produção. Após o 7º dia de produção, as condições ambientais tornaram-se mais próximas entre os setores. A UR do ar manteve-se estatisticamente, superior no setor centro (74,50%). Não foram observadas diferenças de VAR, sendo que as leituras foram nulas em grande parte do tempo.

As variações observadas nestes resultados, que são contrárias ao esperado da radiação solar incidente sobre o setor oeste no período verpertino, podem indicar a influência que o aquecimento artificial exerceu sobre as condições ambientais oferecidas aos pintainhos. Algumas campânulas permaneciam desligadas durante toda a noite, seja pela má regulagem da válvula de vazão, devido ao tempo de uso e a falta de manutenção, reduzindo o aquecimento local, porém liberando o gás GLP para o ambiente.

5.1.1.2 Época de calor

Os resultados para este período mostram que o galpão G₂, apresentou significativamente (p-valor ≤ 0,05) valores de medianas de TBS superiores aos valores do galpão G₁ (Tabela 9), em cerca de 1,8°C. Resultados semelhantes foram obtidos por Aradas *et al.* (2004), no estudo

comparativo destes dois galpões em condições semelhantes de produção, onde os valores de TBS foram em média, 2°C superiores em G₂. A UR do ar, contrariamente, foi superior no galpão G₁, como esperado pelas características psicrométricas do ar e nestas condições, em que houve o acionamento dos sistemas de ventilação para resfriamento das aves durante o período diurno, foram observadas diferenças significativas pelo teste de Kruskal-Wallis, na VAR do galpão G₂ que mostrou-se superior (1,50 m/s) às leituras realizadas no galpão G₁ (0,39 m/s), ao nível de 5% de significância.

Tabela 9. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos galpões G₁ e G₂, para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.

Variável	Galpão	Média ± D.P.	Mediana	Mínima	Máxima
TBS (°C)	G ₁	27,28 ± 1,98	27,60 *	21,60	32,10
	G ₂	28,44 ± 1,88	28,40 *	24,40	33,40
UR (%)	G ₁	70,08 ± 8,28	69,50 *	52,50	92,50
	G ₂	66,83 ± 7,20	66,77 *	49,30	85,40
VAR (m/s)	G ₁	0,45 ± 0,38	0,39 *	0,00	2,43
	G ₂	1,46 ± 0,46	1,50 *	0,00	2,50

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor ≤ 0,05).

Pela Figura 38, observa-se que a TBS do ar foi superior em G₂ quando comparado a G₁, notadamente após o 32º dia de produção, quando as condições externas apresentaram altos valores.

As análises estatísticas nos três setores do galpão G₁ durante o período de resfriamento, mostraram que não existem diferenças significativas entre os resultados de TBS e UR do ar, porém observou-se que o setor oeste apresentou valores superiores na mediana de VAR (0,49m/s) quando comparado ao setor centro (0,41 m/s) e setor leste (0,29 m/s) em concordância com o sentido da insuflação de ar dada pelos ventiladores axiais (Tabela 10).

A proximidade dos valores pode ser observada na Figura 39, em que as condições de TBS internas traduzem em melhores condições de produção que as condições externas. Estes resultados concordam com os observados por Miragliotta (2000) e Aradas *et al.* (2004).

Tabela 10. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G₁ para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.

Variável	Setor	Média ± D.P.	Mediana	Mínima	Máxima
TBS (°C)	Leste	27,24 ± 1,92	27,60	21,60	31,70
	Centro	27,48 ± 1,94	27,80	22,00	32,10
	Oeste	27,42 ± 2,06	27,60	21,60	31,90
UR (%)	Leste	70,32 ± 8,31	69,70	53,40	89,90
	Centro	69,72 ± 8,12	69,20	52,50	89,40
	Oeste	70,21 ± 8,42	69,70	52,70	92,50
VAR (m/s)	Leste	0,29 ± 0,24	0,29 *	0,00	1,27
	Centro	0,46 ± 0,36	0,41 *	0,00	2,00
	Oeste	0,60 ± 0,44	0,49 *	0,00	2,43

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor ≤ 0,05).

Já para o galpão G₂, foram observadas diferenças significativas (p-valor ≤ 0,05) entre os valores de TBS, UR e VAR dos três setores, tornando bastante clara a influência do sentido do fluxo de ar do sistema de ventilação tipo túnel, do setor leste para o oeste, durante o período crítico das 11:00 às 19:00h do 25º ao 35º dia de produção (Tabela 11).

Tabela 11. Resultados da análise comparativa das condições bioclimáticas internas dos setores do galpão G₂ para o período diurno (11:00h às 19:00h), do 25º ao 35º dia de produção.

Variável	Setor	Média ± D.P.	Mediana	Mínima	Máxima
TBS (°C)	Leste	28,26 ± 1,96	28,10 *	24,40	33,20
	Centro	28,19 ± 1,73	28,20 *	24,40	32,50
	Oeste	28,86 ± 1,84	28,90 *	24,50	33,40
UR (%)	Leste	69,89 ± 7,14	70,00 *	53,30	85,40
	Centro	65,70 ± 6,64	66,00 *	50,20	80,40
	Oeste	64,90 ± 6,81	65,20 *	49,30	80,30
VAR (m/s)	Leste	1,36 ± 0,40	1,50 *	0,00	2,20
	Centro	1,53 ± 0,39	1,60 *	0,00	2,20
	Oeste	1,50 ± 0,56	1,60 *	0,00	2,50

Sendo: D.P. = Desvio Padrão, * Diferenças significativas por teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis (p-valor ≤ 0,05).

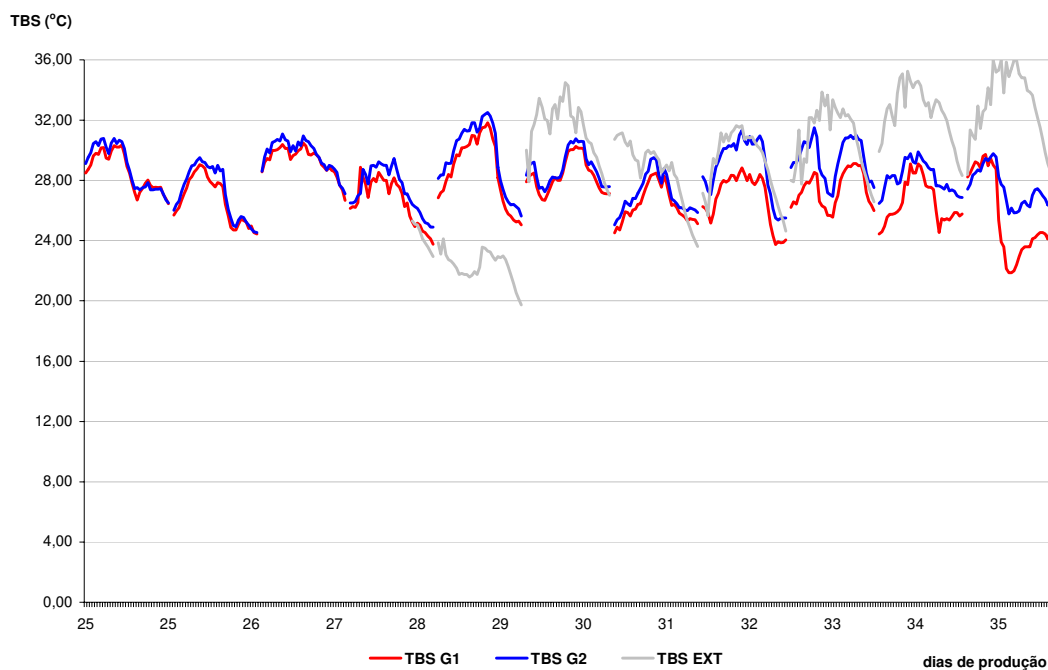


Figura 38. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25° ao 35° dia de produção), durante o período diurno (11:00 – 19:00h), na época de calor, e comparativamente às condições externas.

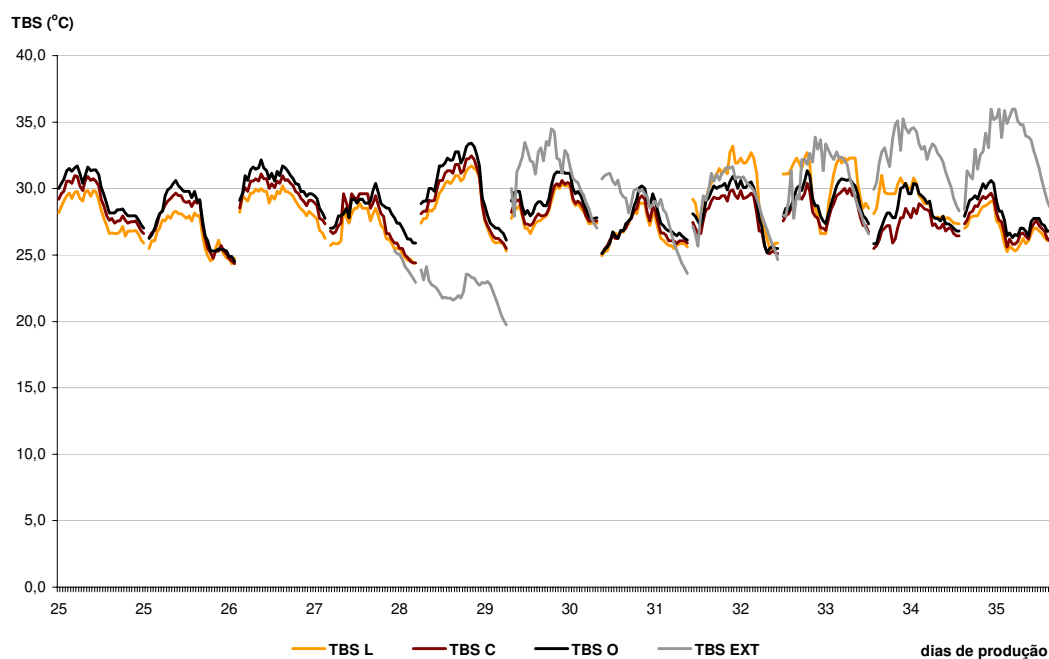


Figura 39. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25° ao 35° dia de produção dia), durante o período diurno (11:00h às 19:00h), nos setores do galpão G₁, e comparativamente às condições externas.

Nos estudos realizados por Miragliotta (2000) e Aradas *et al.* (2004), foi observado este efeito de arraste pelo sistema de ventilação, principalmente no galpão com alta densidade populacional, em que houve um acúmulo de TBS no setor de saída do ar e maiores valores de VAR, obtidos próximos aos exaustores (Figura 40). O fator radiação solar com predominância de aquecimento sobre o setor oeste no período vespertino, também deve ser considerado.

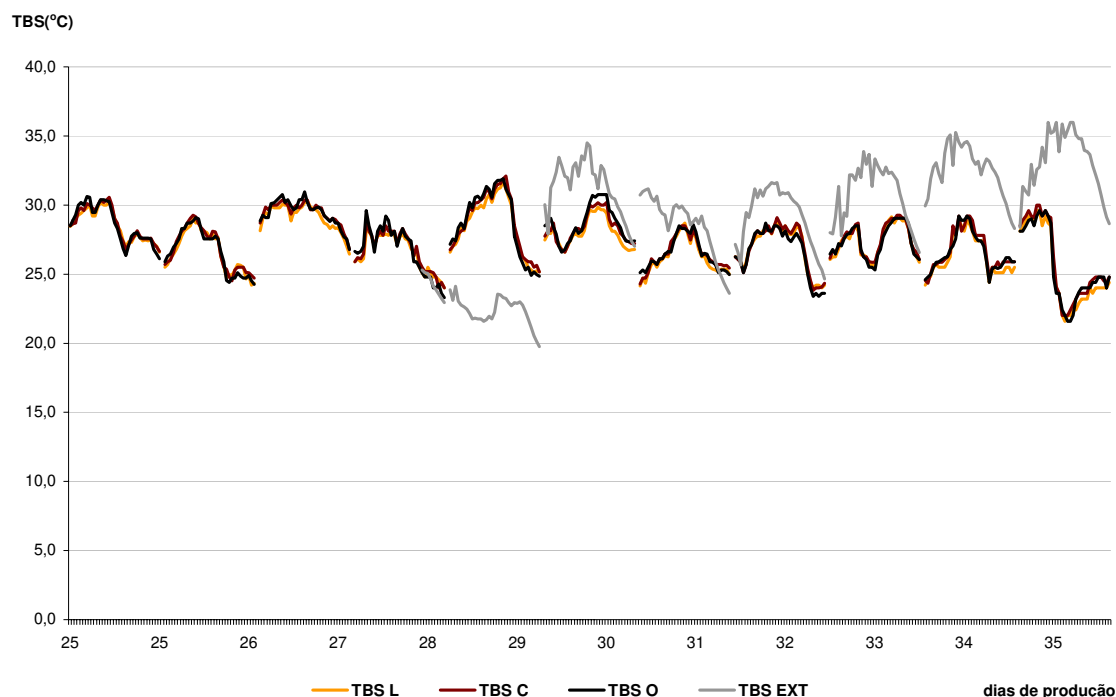


Figura 40. Temperatura de Bulbo Seco do ar na fase de resfriamento das aves (do 25º ao 35º dia de produção dia) durante o período diurno (11:00h às 19:00h), nos setores do galpão G₂ e nas condições externas.

5.2 CONCENTRAÇÃO DE POEIRA NO AR

Os resultados de avaliação da concentração de poeiras foram obtidos dos lotes 8 a 10 e agrupados por semana para o teste de normalidade de Anderson-Darling, no qual não apresentaram distribuição normal dos seus dados.

Não se efetuou a estratificação destes resultados segundo a época do ano, onde o lote 10 seria isolado como representante da época de frio, devido ao reduzido número de resultados obtidos frente ao montante de amostras coletadas. Razões como saturação de filtros, baixa

precisão da balança analítica e tipo de material avaliado, podem ser apontadas como as causas destas perdas de amostras, resultando em dados nulos ou descartados.

5.2.1 Poeira Total

Pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% entre as medianas da concentração de poeira total dos dois galpões (Não significativo, p-valor = 0,078), em função da grande variabilidade observada nos resultados para um mesmo dia.

O galpão G₁ apresentou mediana de 0,84 mg/m³ e máxima de 2,50 mg/m³ no 35º dia de produção, enquanto o galpão G₂, de 1,25 mg/m³ e máxima de 2,26 mg/m³ no 33º dia de produção.

Estes valores são inferiores aos encontrados em condições temperadas de produção, em galpões fechados e com ambiente controlado, relatados por Hartung (1999) em que a concentração de poeira inalável, fração < 100 µm da poeira total, variou de 3,83 a 10,4 mg/m³ e por Takai *et al.* (1999), em que as médias da poeira inalável encontravam-se em torno de 3,60 mg/m³ em aviários para produção de frangos de corte e poedeiras. Além do fator clima que influi consideravelmente sobre os resultados, promovendo maior ou menor suspensão dos particulados, devem ser considerados a tipologia construtiva, o sistema de ventilação e o material que compõe a cama-de-frango como diferenciais para a comparação de condições de produção em países de clima temperado e tropical.

Em termos de limites de tolerância internacionais, que abrangem todas as categorias de trabalho visando atender à saúde humana, quando se confronta com os resultados obtidos em galpões de produção de frango, observa-se ainda assim, valores muito inferiores às máximas permitidas pela NIOSH (OSHA, 1994) de 15 mg/m³ e pela ACGIH (2001), de 10 mg/m³.

Estes resultados não podem ser confrontados com os limites de tolerância recomendados pela NR-15 no seu Anexo nº 12, visto que não se caracterizam como poeiras minerais oriundas do asbesto, manganês ou sílica livre cristalizada. Desta maneira, recai-se sobre os limites de tolerância recomendados pela ACGIH, como determina seu Anexo nº 9, para os casos em que não existe limite de tolerância estabelecida.

Os resultados obtidos, se confrontados com os limites de exposição máxima determinados por Donham (1999) para as condições de trabalhador rural, em que se estabeleceu os limites de dose-resposta que envolvem risco à saúde dos trabalhadores considerando o

sinergismo de ação dos diversos poluentes encontrados em ambientes de produção animal, se situam próximos às máximas recomendadas de 2,4 mg/m³ de poeira total.

Desta maneira, cabe lembrar que esta foi uma avaliação ambiental das condições de qualidade do ar a 50cm de altura do piso (mais próximas das aves) e que novas pesquisas para avaliação da exposição do granjeiro, pelo caráter intermitente de trabalho adentrando o galpão, se fazem necessárias considerando amostragens contínuas durante o turno de trabalho de 8h utilizando-se de bombas de amostragem pessoal e avaliando concomitantemente outros poluentes de interesse que envolvem as condições de qualidade do ar, assim como as respostas sobre a saúde do trabalhador.

As concentrações de poeira total no ar tenderam ao crescimento ao longo do lote nos dois galpões, mas apresentaram maior variação nos valores para um mesmo dia, no galpão G₂ (Figuras 41 e 42). O número de aves em movimento, o sistema de ventilação diferenciado, com velocidade de ar superior no galpão G₂ (1,50 m/s) do que no G₁ (0,39 m/s), podem estar relacionados a estes resultados. A grande variabilidade dos resultados é fator considerado na metodologia de avaliação de particulados por gravimetria.

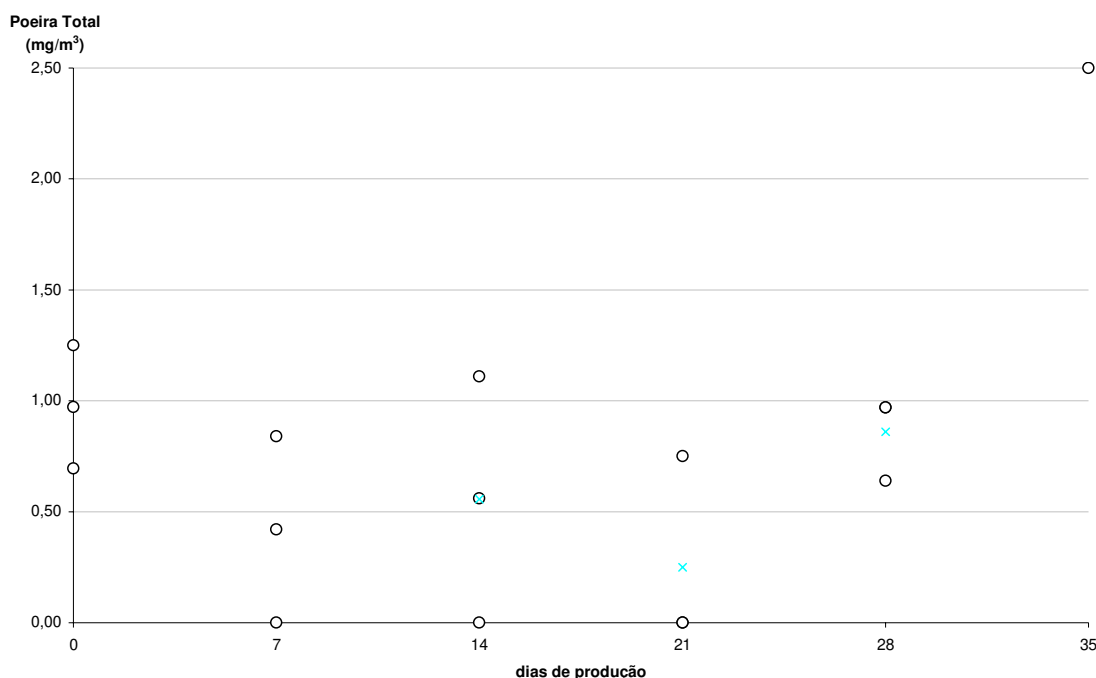


Figura 41. Resultados de concentração de poeira total no ar, ao longo do lote de produção no galpão G₁.

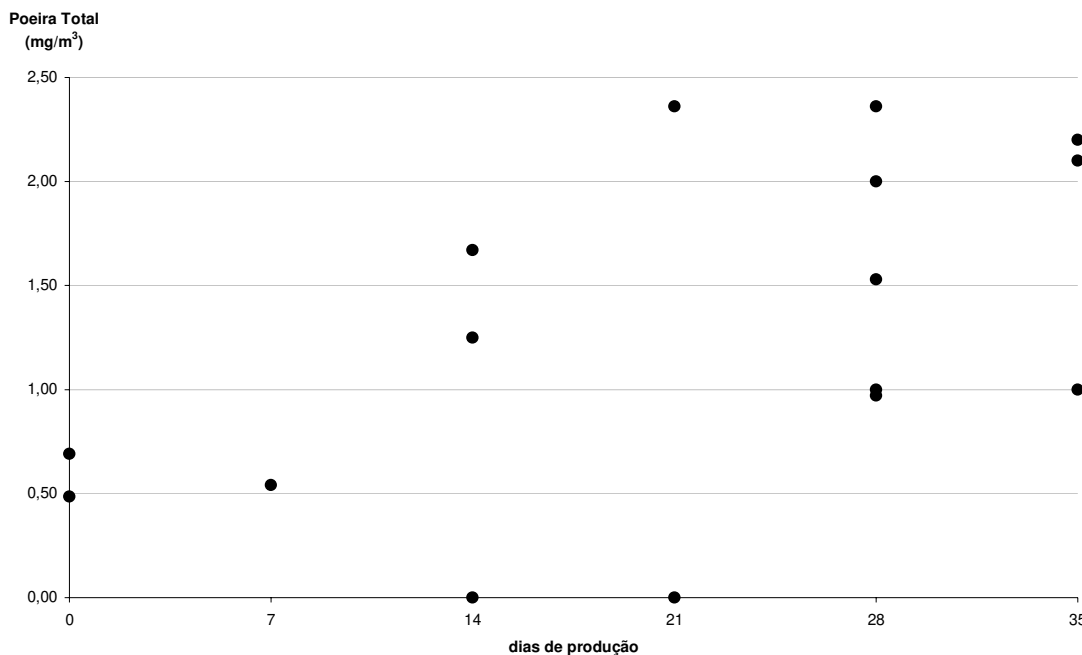


Figura 42. Resultados de concentração de poeira total no ar, ao longo do lote de produção no galpão G₂.

Os resultados de coletas simultâneas de poeira total para comparativo de diferenças entre setores na quinta semana de produção mostraram que o setor centro do galpão G₂ apresentou maior concentração de poeira total de todos os setores avaliados. Os setores do galpão G₁ apresentaram valores semelhantes para o mesmo dia (Figura 43). Como poderá ser observado nos próximos tópicos de discussão, o setor centro do galpão G₂, apresentou na fase de resfriamento (25° ao 35° dias de produção), menores medianas de UR do ar, próximo a 66%, assim como de umidade de cama-de-frango (37,81%) quando comparado aos demais setores. Esta condição favorece a maior suspensão de particulados, principalmente, em se tratando de ambiente com elevada velocidade do ar sobre a superfície da cama-de-frango.

5.2.2 Poeira Respirável

Pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% entre as medianas da concentração de poeira respirável dos dois

galpões (p-valor = 0,008), sendo maior no galpão G₁ com mediana de 0,42 mg/m³ e máxima de 1,78 mg/m³ no 31º dia de produção que no galpão G₂, cuja mediana obtida foi de 0,08 mg/m³ e máxima de 1,10 mg/m³ no 21º dia de produção.

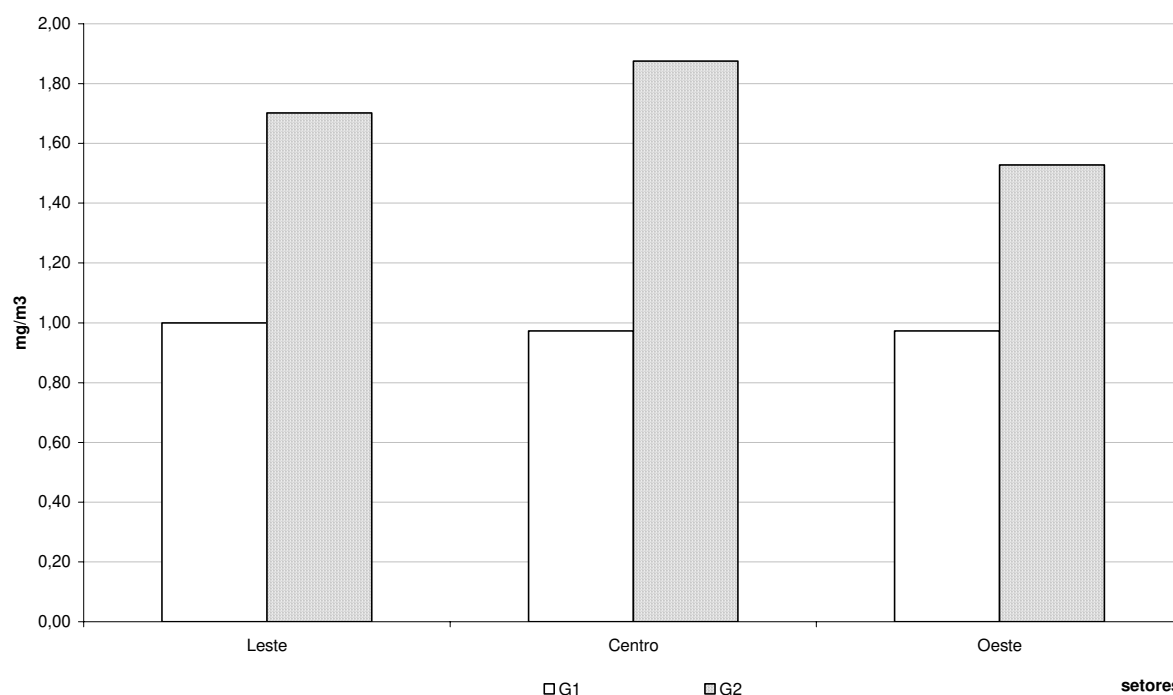


Figura 43. Resultados de coleta simultânea de poeira total nos três setores de ambos os galpões, na 5ª semana de produção.

Visto que a legislação brasileira pela NR-15 se reporta à ACGIH na avaliação desta substância, estes resultados encontram-se adequados aos limites estabelecidos de 3 mg/m³ pela ACGIH (2001) e 5 mg/m³ pela NIOSH (OSHA, 1994).

No entanto, confrontando-se com estudos em condições semelhantes, resultados encontram-se na mesma faixa de resultados obtidos em produções de aves em climas temperados, de 0,42 a 1,14 mg/m³ (HARTUNG, 1999) e 0,45 mg/m³ (TAKAI *et al.*, 1999) e acima dos limites dose-resposta estabelecidos por Donham (1999) para o trabalhador rural, de 0,16 mg/m³. Portanto, novas pesquisas são recomendadas nas condições tropicais de produção em que se avalie o limite de exposição deste grupo de trabalhadores, de caráter intermitente e os riscos

relativos à sua saúde, e além de pesquisas dedicadas ao estudo da influência deste poluente sobre a saúde e produtividade animal.

As concentrações de poeira respirável no ar tenderam ao crescimento ao longo do lote nos dois galpões, com grande variação nos resultados para um mesmo dia (Figuras 44 e 45). No 21º dia de produção, foi observado valor próximo a 1,10 mg/m³ enquanto os demais resultados permaneceram abaixo de 0,50 mg/m³, o que o caracteriza como um *outlier*, indicando algum problema na coleta ou análise desta amostra.

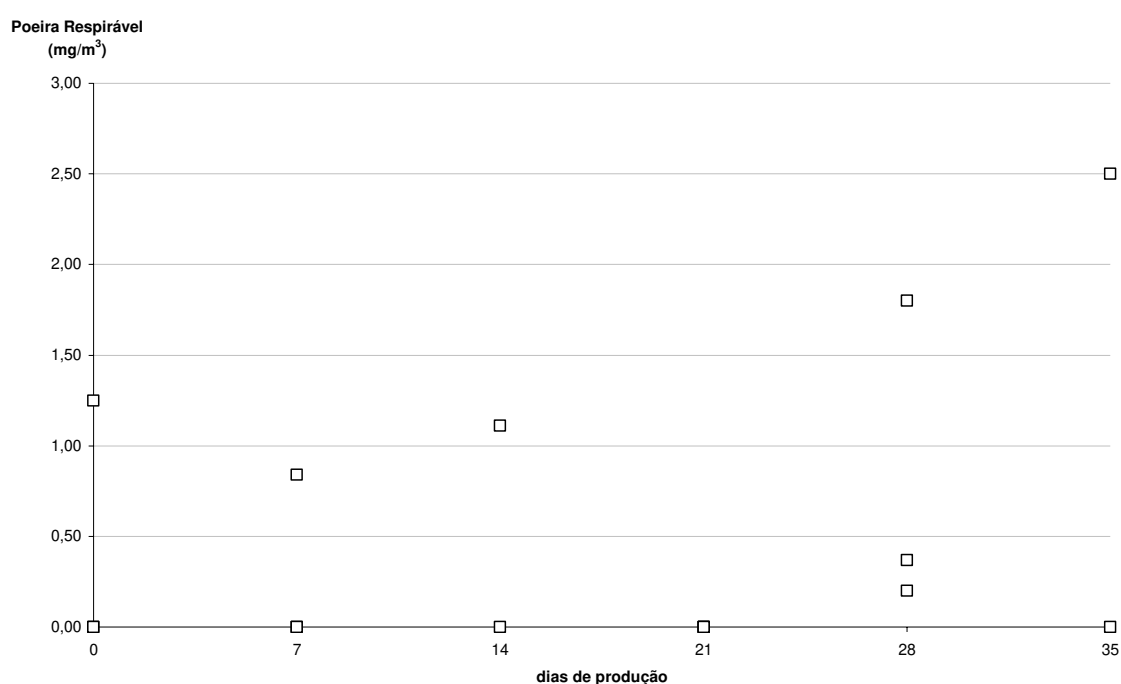


Figura 44. Resultados de concentração de poeira total ao longo do lote de produção no galpão G₁.

A avaliação dos resultados entre os setores de um mesmo galpão, na 5ª semana de produção, mostrou que o setor oeste do setor G₁ apresentou o maior valor dentre todos os demais, onde foi observada a menor Umidade Relativa do ar na fase de resfriamento. As concentrações de poeira respirável foram semelhantes nos setores centro e oeste do galpão G₂ e inferiores a 0,20 mg/m³ (Figura 46).

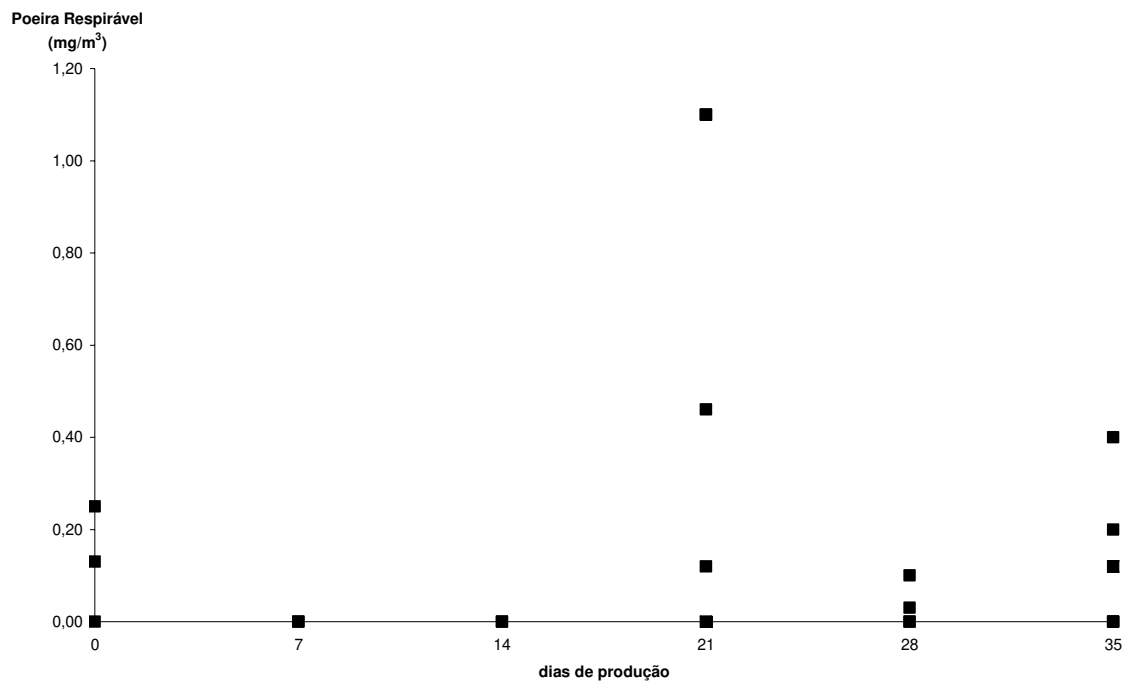


Figura 45. Resultados de concentração de poeira respirável ao longo do lote de produção no galpão G₂.

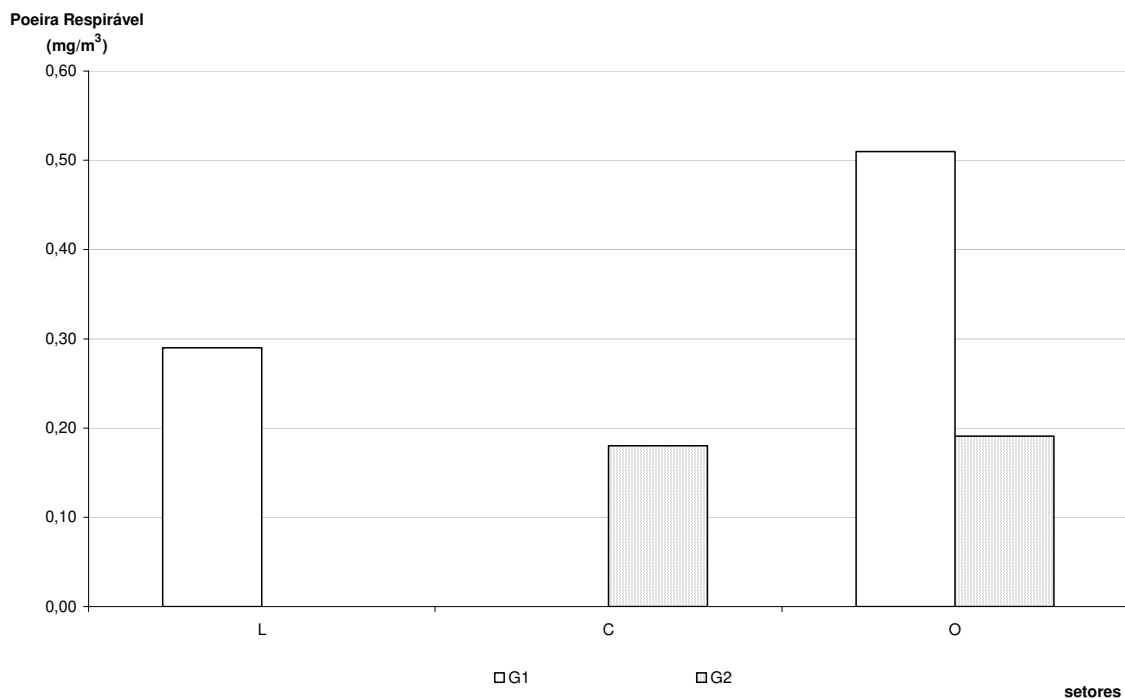


Figura 46. Resultados de coleta simultânea de poeira respirável nos três setores de ambos os galpões, na 5ª semana de produção.

5.2.3 Trabalhador rural

Os resultados das médias das concentrações de poeira total e respirável a que estão expostos os trabalhadores rurais durante a execução das atividades de colocação de maravalha nos galpões, são apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Médias das concentrações de poeira no ar nas atividades de colocação de maravalha.

ATIVIDADE	POEIRA TOTAL (mg/m ³)	POEIRA RESPIRÁVEL (mg/m ³)
Enchimento de balaio sobre o caminhão	11,18	0,61
Transporte de balaio Descarregamento da maravalha no piso	2,50	0,46
Espalhamento da maravalha	2,36	0,50

Diante destes valores e seguindo as recomendações da NR-15 que se reporta a recomendações internacionais (ACGIH), a atividade de enchimento de balaio sobre os caminhões expõe o trabalhador a condições de poeira (total), acima dos limites de tolerância de 10 mg/m³ da ACGIH (2001), sendo portanto, imprescindível o uso de equipamento de proteção individual para filtragem desta substância (óculos, máscara e luvas), como os fornecidos pela empresa já na coleta dos dados deste estudo.

A alta concentração observada na atividade de enchimento de balaio pode ser explicada pelo movimento constante de revolvimento da maravalha para encher os balaio utilizando-se de garfo, sendo que para isso, o trabalhador tende a se reclinar e aproximar sua área respiratória ao material suspenso no ar. Nas demais atividades, esta distância foi maior e o tempo de exposição, menor. O descarregamento da maravalha foi feito rapidamente e uma única vez por viagem, e o espalhamento ocorre com o trabalhador em pé, em movimentos suaves evitando-se grandes suspensões de material.

Os demais resultados estariam abaixo dos limites máximos de tolerância da NIOSH e ACGIH, porém se analisarmos sob enfoque mais rigoroso, seguindo os limites dose-resposta estabelecidos por Donham (1999), todas as atividades estariam desconformes e indicariam a necessidade de uso de equipamentos de proteção individual numa primeira instância e a adoção a futuro, de outros materiais ou medidas mitigadoras que reduzissem tais exposições.

Neste sentido, já se emprega nesta empresa, o uso de tratores para o espalhamento da maravalha sobre os pisos dos galpões sem uso de balaies, porém existe ainda, o risco ao trabalhador que executa a atividade de descarregamento da maravalha do caminhão sobre o piso.

Um alerta deve ser lançado sobre as atividades da equipe de trabalhadores fixos que recolhe diariamente os subprodutos de outras atividades (maravalha, pó de *pinus*, casca de arroz e café) e os descarrega no depósito de material, demandando pesquisas específicas e monitoramento contínuo para fins trabalhistas.

5.2.4 Recomendações de medições

Foram realizados testes pilotos para acertos de vazão e tempo de coleta de dados para as diferentes condições de estudo, ajustando-se a metodologia em função de amostras saturadas e aquelas com material insuficiente para ser pesado em balanças analíticas de baixa precisão, estabelecendo-se assim, as seguintes recomendações para avaliações de concentração de poeira no ar em galpões de produção de frangos de corte utilizando maravalha como substrato para cama-de-frango (Tabela 13):

Tabela 13. Recomendações de coleta de amostras para avaliação de poeiras nas atividades avícolas segundo método gravimétrico NIOSH (OSHA, 1994a e 1994b).

ATIVIDADES	RECOMENDAÇÕES DO ESTUDO	DONHAM (1999)
DENTRO DOS GALPÕES		
Poeira Total (mg/m ³)	Tempo de coleta: 8 h Vazão: 1,5 L/min	Tempo de coleta: 3 h Vazão: 1 L/min
Poeira Respirável (mg/m ³)	Tempo de coleta: 8 h Vazão: 1,7 L/min	Tempo de coleta: 6 h Vazão: 1,9 L/min
COLOCAÇÃO DE MARAVALHA		
Enchimento de balaies		
Poeira Total	Tempo de coleta: 20 min. Vazão: 1,5 L/min	
Poeira Respirável	Tempo de coleta: 6 - 8 h Vazão: 1,7 L/min	
Transporte de balaies		
Poeira Total (mg/m ³)	Tempo de coleta: 1 – 2 h Vazão: 1,5 L/min	
Poeira Respirável (mg/m ³)	Tempo de coleta: 6 - 8 h Vazão: 1,7 L/min	

Espalhamento de material

Poeira Total (mg/m ³)	Tempo de coleta: 6 - 8 h Vazão: 1,5 L/min
Poeira Respirável (mg/m ³)	Tempo de coleta: 6 - 8 h Vazão: 1,7 L/min

5.3 CONDIÇÕES DE CAMA-DE-FRANGO**5.3.1 Umidade de cama-de-frango**

Os resultados de umidade de cama-de-frango foram obtidos semanalmente, dos lotes 6 a 9, e estratificados segundo a época do ano, em dois períodos: calor e frio. Os lotes 6 e 7 foram classificados como pertencentes ao período de frio e os demais, como do calor (Figura 47).

De uma forma geral, estes resultados não apresentaram uma distribuição normal segundo o teste de Anderson-Darling ao nível de 5% de significância, passando-se então para uma análise não paramétrica por Kruskal-Wallis dos dados segundo sua época.

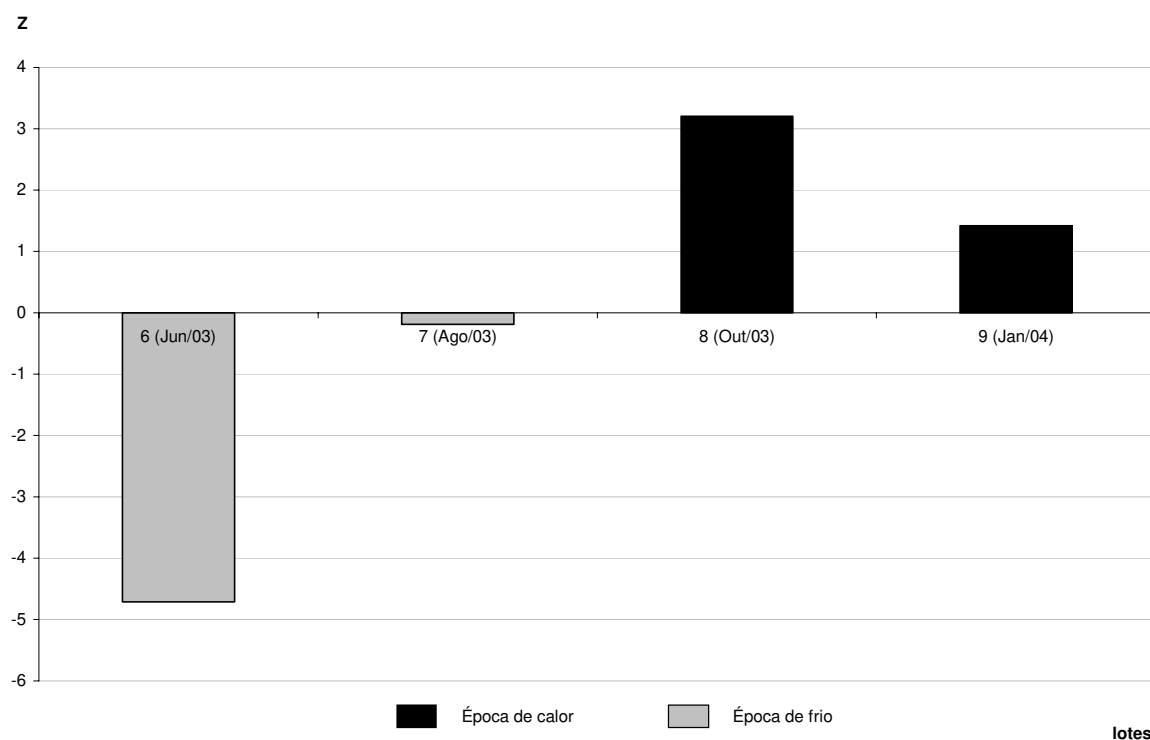


Figura 47. Estratificação dos resultados de umidade de cama-de-frango (%) de cada lote, segundo o período do ano, frio ou calor.

5.3.1.1 *Época de Calor*

Os resultados dos lotes 8 e 9, compreendendo o período entre janeiro a maio de 2004, apresentaram um aumento quase linear até a terceira semana de produção, após a fase de aquecimento e atingindo valores próximos a 60% de umidade, a partir do qual, passou-se a acionar os ventiladores já na fase de resfriamento, o que promoveu e facilitou a evaporação da água retida e desta maneira, reduziu os valores para 30 a 40%.

Da análise estatística geral, atribuída a todos os dados destes dois lotes, não foram identificadas diferenças significativas entre as curvas de umidade dos dois galpões (p -valor $\leq 0,188$), com valores de medianas de 35,92 % para o galpão G_1 e 40,76% para o galpão G_2 (Tabela 14). Estes resultados, assim como as medianas da 5ª semana, de 36,89% e 38,88%, respectivamente, encontram-se próximos às médias obtidas por Macari & Campos (1997), de 30,60% para alojamento de 14 aves/m² e 37,69%, para 18 aves/m², ambos em 5 cm de altura de substrato no 35º dia de produção. Segundo os autores, estes valores podem ser reduzidos a 25,97% e 25,55%, respectivamente, ao se aumentar a espessura para mais de 15 cm de altura, de maneira a atender às recomendações de manutenção da umidade entre valores de 20% e 35%. Acima deste valor, a cama-de-frango tende a se tornar emplastrada, estando associada a aumento na incidência de dermatites de contato na superfície plantar das patas, da articulação tíbio-tarsometatarsiana e do peito, predominantemente ulcerativas e com presença de erosões acastanhadas ou negras que levam à condenação parcial da carcaça no abatedouro, de acordo com a sua severidade (FALLAVENA, 2000). Já em condições abaixo dos 20%, corre-se o risco de aumento da suspensão de particulados no ar, incrementando as perdas produtivas dentro do galpão e na linha de abate.

Tabela 14. Resultados de umidade de cama-de-frango para época de calor.

Setor / Galpão	G ₁ (%)	G ₂ (%)	Acumulado Setor
Leste	36,14	39,65	37,51
Centro	33,25	37,81	34,84
Oeste	36,59	41,35	38,38
Significância	N.S. ($p = 0,784$)	N.S. ($p = 0,820$)	N.S. ($p = 0,681$)
Acumulado Galpão	35,92	40,76	N.S. ($p = 0,188$)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = Nível de Significância.

Não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% entre os resultados dos setores dentro de um mesmo galpão (p-valor $G_1 = 0,784$ e p-valor $G_2 = 0,820$), embora tenha se observado que os setores centrais apresentaram os menores valores numéricos quando comparados aos demais (Figura 48).

Miragliotta (2000) obteve valores semelhantes em estudo comparativo utilizando estes mesmos galpões, 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 5%, no 28º dia de produção. E entre setores, para este mesmo dia, o galpão convencional apresentou a mesma tendência, na qual o setor leste (26,77%) e oeste (27,03%) foram superiores ao setor centro (24,82%). No galpão em alta densidade populacional, não se pode realizar este comparativo, pois o sistema de ventilação adotado (túnel negativo adaptado) e o direcionamento (em sentido contrário, do oeste-leste) foram diferenciados, influenciando nos resultados.

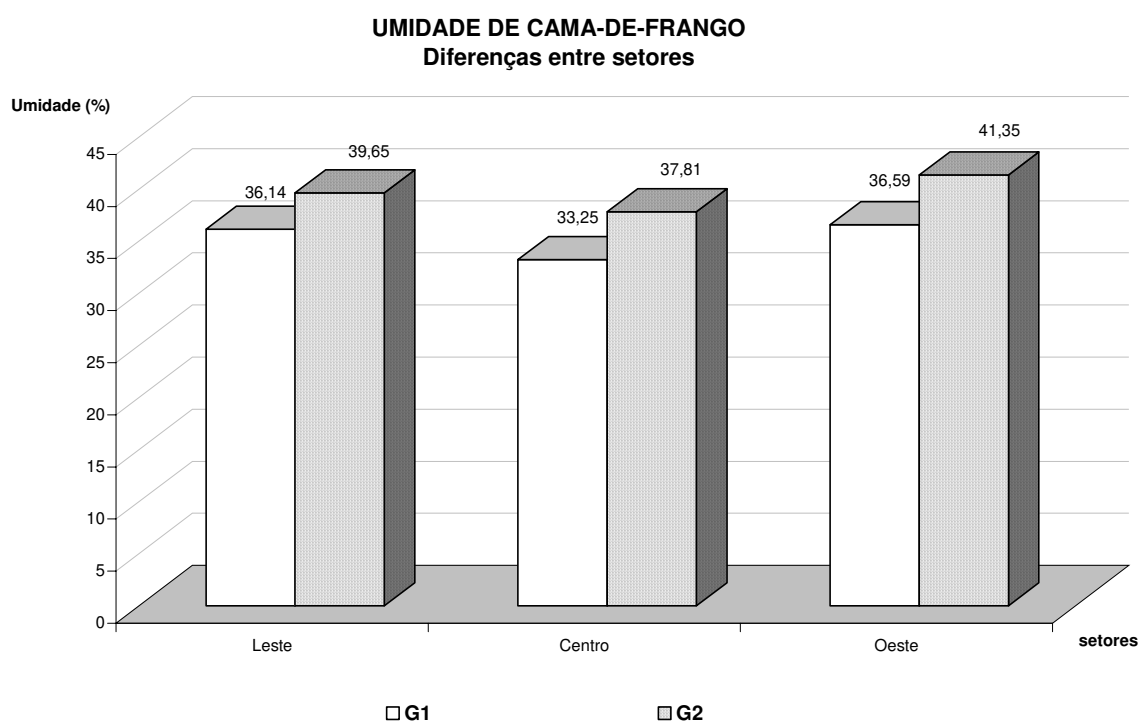


Figura 48. Diferenças nas medianas de umidade de cama-de-frango dos setores nos dois galpões.

Da análise semanal, foram observadas diferenças significativas entre os dois galpões, apenas na 4ª semana de produção, quando o galpão G_1 tende a reduzir sua umidade de cama-de-

frango de forma mais acelerada que o galpão G₂, passando já na 5ª semana de produção, a valores semelhantes (Figura 49).

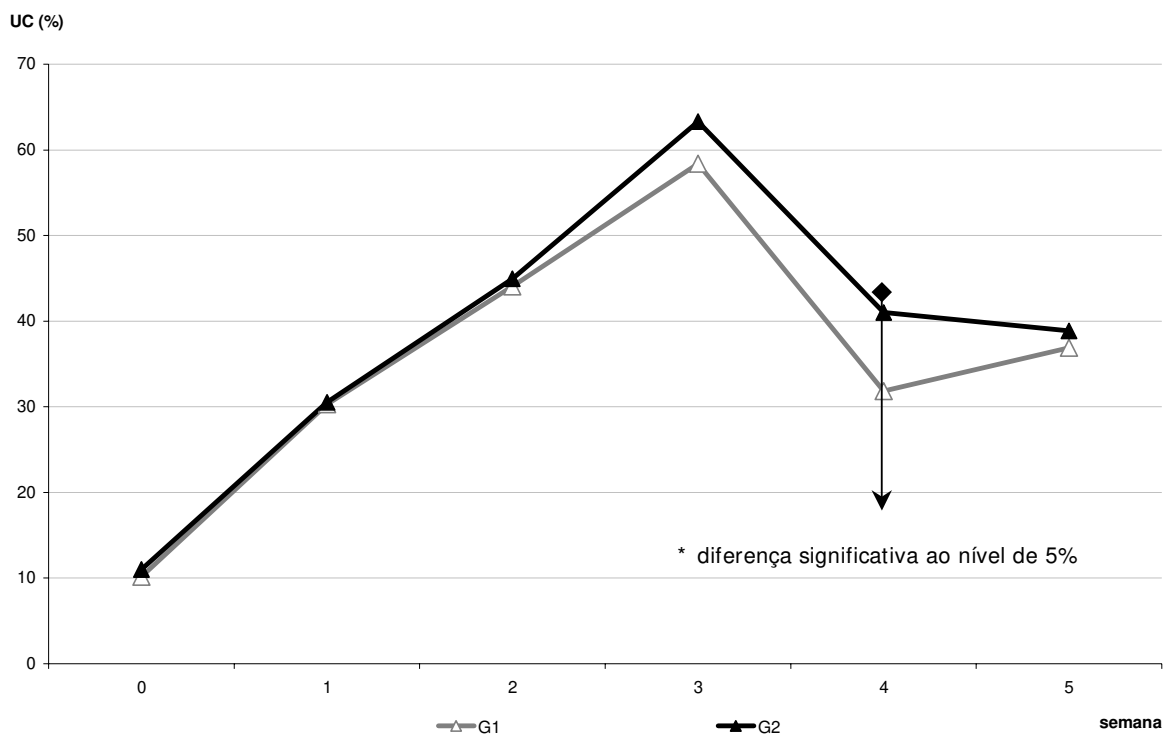


Figura 49. Curvas de umidade de cama-de-frango nos galpões G₁ e G₂, durante época de calor.

5.3.1.2 Época de Frio

Os resultados dos lotes 6 e 7, compreendendo o período entre junho a setembro de 2003, tiveram um menor aumento dos seus valores ao longo do dias quando comparados ao período de calor. No galpão G₁, a umidade atingiu os 26,16 % logo na primeira semana de produção e manteve-se praticamente nesta faixa, com 28,21% no 35º dia de produção. Já o galpão G₂, a umidade teve um incremento na 3ª semana (39,03%), à semelhança do observado na época de calor, porém logo se aproximando dos resultados obtidos no galpão G₁ (Figura 50).

Em nenhuma das situações, observou-se diferenças significativas entre galpões ou entre setores dentro do mesmo galpão, conforme apresentado na Tabela 15. E de maneira semelhante ao observado setorialmente, os setores centrais em ambos os galpões tendem a apresentar menores valores de umidade de cama-de-frango que os adjacentes.

Os valores encontrados, mesmo que inferiores aos observados durante os lotes de calor, ainda apresentam-se elevados frente às recomendações de Macari & Campos (1997), que indicam espessuras de cama acima de 10 cm para se obter valores próximos a 16%.

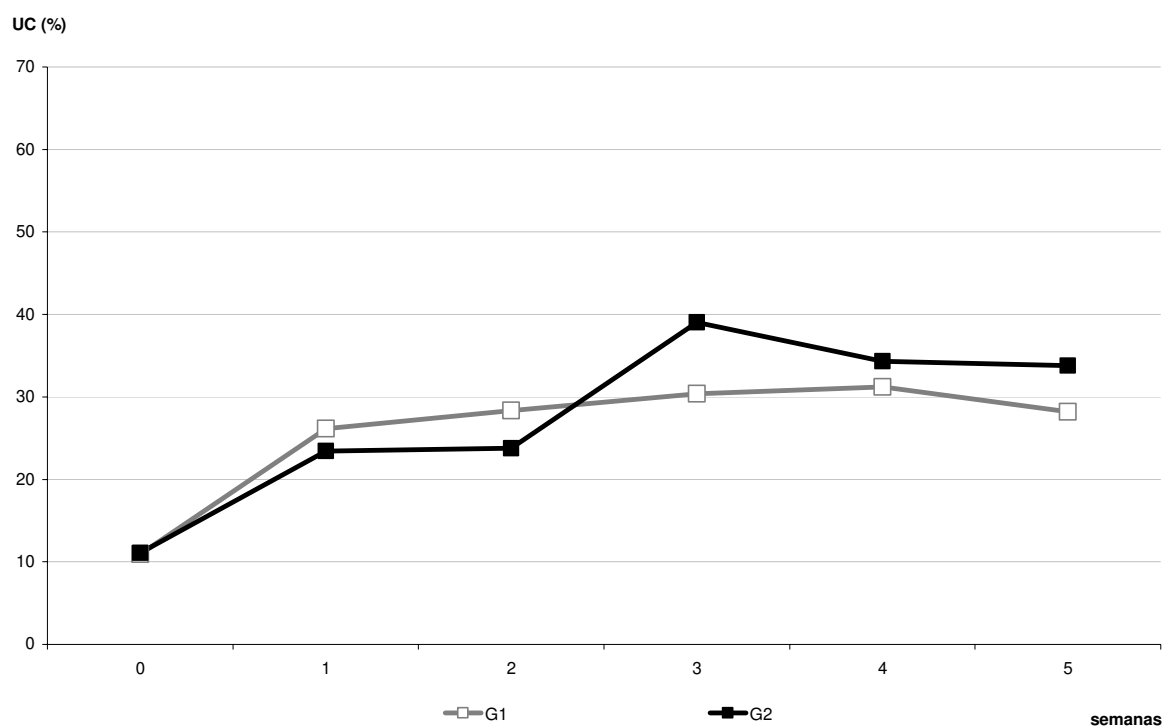


Figura 50. Curvas de umidade de cama-de-frango nos galpões G₁ e G₂, durante época de frio.

Tabela 15. Resultados de umidade de cama-de-frango para época de frio.

Umidade cama-de-frango (%)	G ₁	G ₂	Acumulado Setor
Leste	26,56	33,32	27,44
Centro	23,44	23,46	23,45
Oeste	25,07	23,24	24,15
Significância	N.S. (p = 0,832)	N.S. (p = 0,915)	N.S. (p = 0,745)
Acumulado Galpão	25,07	25,28	N.S. (p = 0,783)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = Nível de Significância.

5.3.2 pH da cama-de-frango

O pH da cama-de-frango foi avaliado dos lotes 6 a 10, semanalmente e tende do ácido ao alcalino ao longo de um lote de produção em função das inúmeras reações físico-químicas de degradação do substrato e do esterco das aves por agentes microbianos.

De uma primeira análise estatística, observou-se que os resíduos da análise de variância não apresentam distribuição normal de valores segundo Anderson-Darling, passando-se à extração de variáveis que poderiam estar interferindo sobre a avaliação dos resultados (*outliers*).

Segundo o teste de Kruskal-Wallis, existem diferenças significativas ao nível de 5% entre lotes, o que levou a uma estratificação segundo a época do ano, na qual os lotes 6, 7 e 10 foram classificados como pertencentes ao período de frio e os lotes 8 e 9, ao do calor (Figura 51).

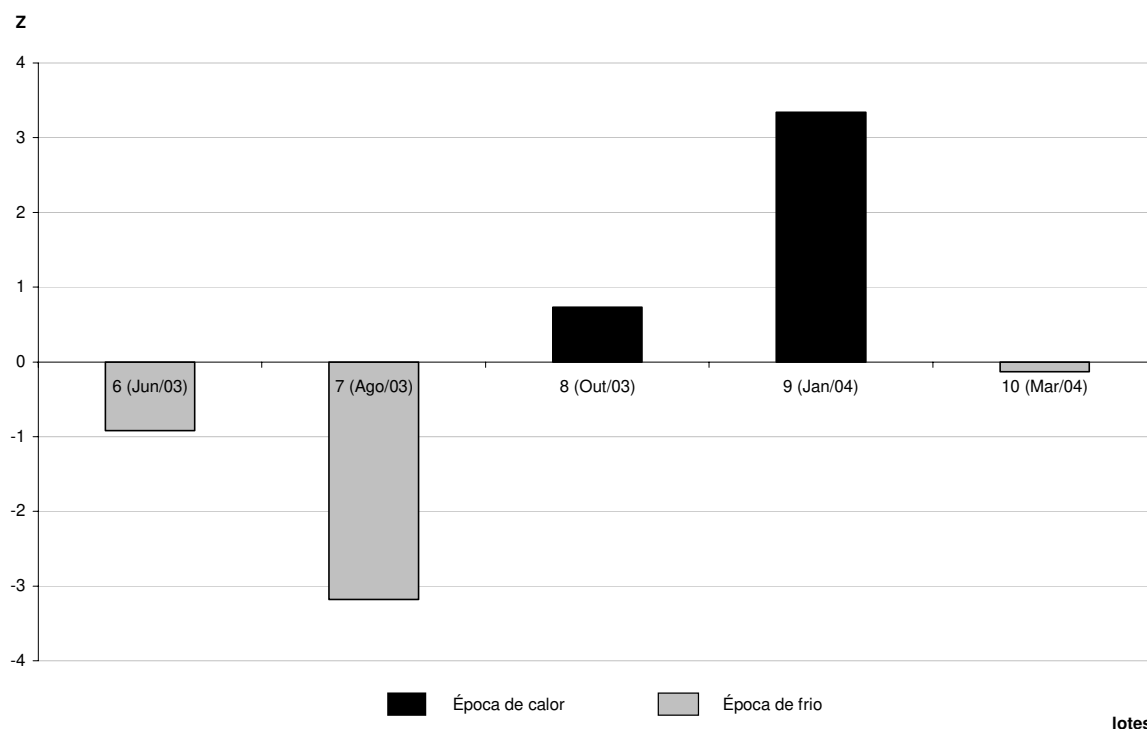


Figura 51. Estratificação dos resultados de umidade de cama-de-frango (%) por lotes, segundo o período do ano, frio ou calor.

5.3.2.1 *Época de Calor*

Os valores obtidos nos lotes 8 e 9 foram comparados estatisticamente para avaliação de diferenças entre galpões de produção e entre setores dentro de um mesmo galpão. Não há evidências para rejeitar a hipótese, ao nível de 5% de significância, de igualdade entre as medianas de pH da cama-de-frango entre galpões G₁ (7,88) e G₂ (8,03), e entre os três setores, onde o setor central (7,76) apresentou os menores valores quando comparados aos demais (leste – 7,99 e oeste, 7,98) conforme a Tabela 16.

Da análise da curva de variação ao longo das semanas de produção, observa-se que os valores tendem a crescer ao longo do tempo, estabilizando-se próximos a pH 8 em ambos os galpões (Figura 52).

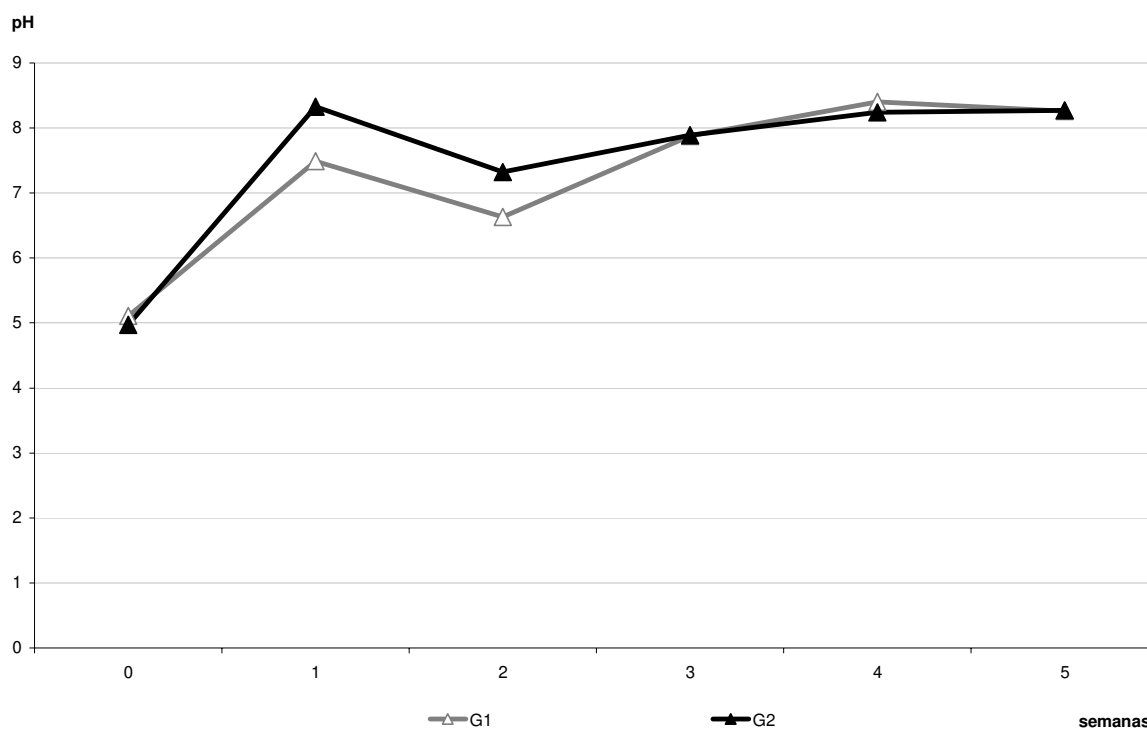


Figura 52. Curvas de pH de cama-de-frango nos galpões G₁ e G₂, durante época de calor.

Tabela 16. Resultados do pH de cama-de-frango na época de calor.

Setor / Galpão	G₁	G₂	Acumulado Setor
Leste	8,2	7,99	7,99
Centro	7,49	7,76	7,76
Oeste	7,86	8,10	7,98
Significância	N.S. (p = 0,911)	N.S. (p = 0,909)	N.S. (p = 0,934)
Acumulado Galpão	7,88	8,03	N.S. (p = 0,884)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = Nível de Significância.

Os valores de pH mantêm estreita relação com a emissão de amônia pela cama-de-frango, sendo observados maiores emissões do gás associados ao aumento da alcalinidade do material. Além deste fator, a amônia na forma líquida está associada à formação de calosidades e dermatites de contato no coxim plantar das aves e no peito, impactando negativamente a qualidade da carcaça no abatedouro.

5.3.2.2 *Época de Frio*

Já para a época de frio, foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% entre os valores de pH obtidos entre galpões (p-valor = 0,048), nas quais o galpão G₂ apresentou mediana superior ao galpão G₁, de 6,91 e 6,15, respectivamente.

Entre setores, observou-se um padrão diferenciado aos demais resultados de pH em época de calor e de umidade, no qual o setor central apresentou valores superiores aos demais (Tabela 17 e Figura 53).

Tabela 17. Resultados do pH de cama-de-frango na época de frio.

Setor / Galpão	G₁	G₂	Acumulado Setor
Leste	5,97	6,99	6,52
Centro	6,39	7,15	6,87
Oeste	6,16	6,61	6,48
Significância	N.S. (p = 0,942)	N.S. (p = 0,620)	N.S. (p = 0,701)
Acumulado Galpão	6,15	6,91	* (p = 0,048)

Sendo: *Significativo ao nível de 5%; N.S.= Não Significativo; p = Nível de Significância.

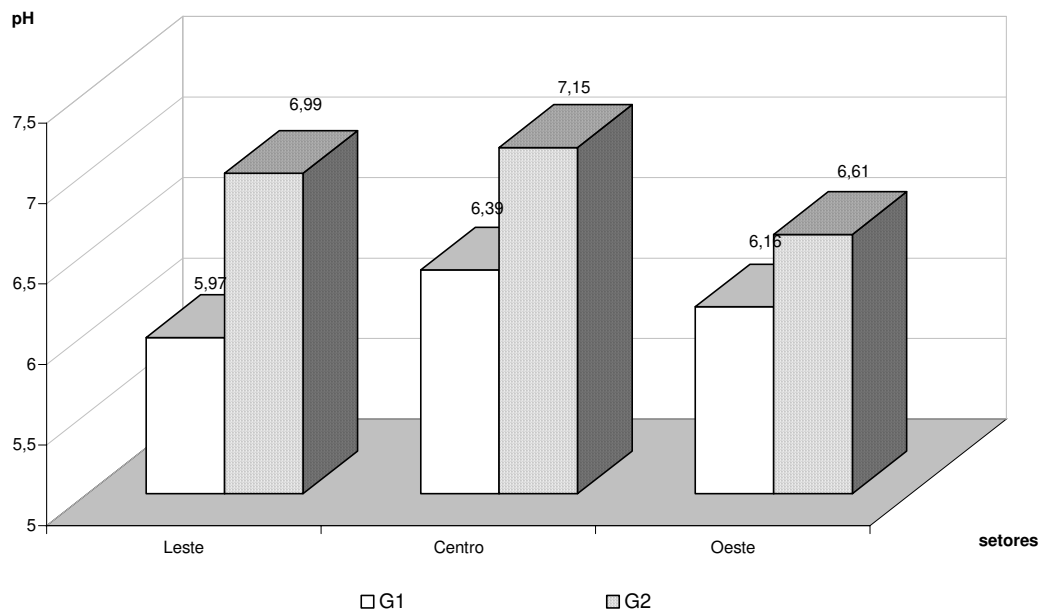


Figura 53. Diferenças nas medianas do pH de cama-de-frango entre setores, nos dois galpões.

A curva de pH ao longo das semanas de produção, mostrada na Figura 54, definem um crescimento inicial dos valores a partir do pH da maravalha sem esterco para patamares próximos a 6,0, mantendo-se constante até a 4ª semana de produção, quando sofre um aumento simultâneo nos dois galpões, estabilizando-se em valores próximos a 7,5.

Na 2ª semana de produção, foram observadas diferenças significativas entre os galpões ($p\text{-valor} \leq 0,05$), onde a mediana do pH da cama-de-frango do galpão G₂ (6,80) foi superior à mediana do galpão G₁ (5,98).

Os valores das medianas na época de frio são significativamente inferiores aos valores encontrados na época de calor, em função da influência positiva de altas temperaturas ambientais sobre o metabolismo dos agentes microbianos da cama-de-frango.

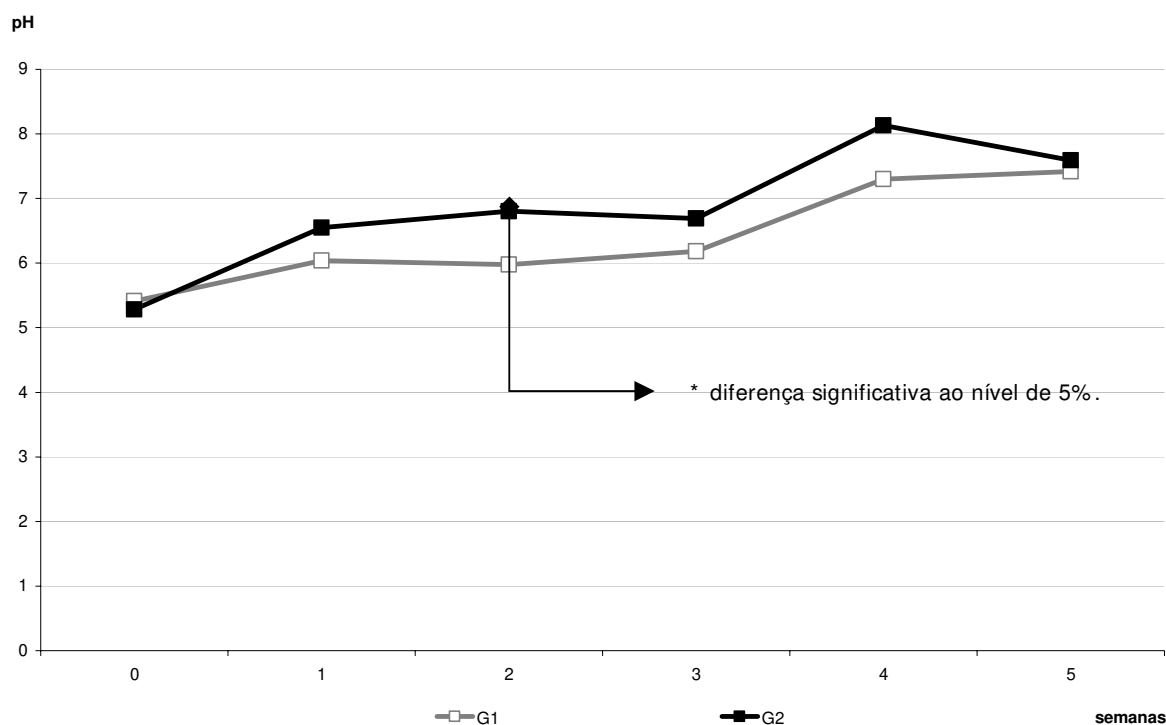


Figura 54. Diferenças nas medianas do pH de cama-de-frango dos dois galpões.

5.3.3 Correlação entre pH e umidade de cama-de-frango

Foram realizadas correlações entre as variáveis pareadas semana a semana, de umidade e pH de cama-de-frango, respeitadas as diferenças iniciais de época do ano. A correlação das variáveis no período do calor, segundo o teste de correlação de Pearson, mostrou-se altamente significativa ($p\text{-valor} \leq 0,01$), no entanto, a umidade teve correspondência com pH em apenas 42,5% dos valores, não sendo considerados apropriados para algum tipo de recomendação. Já para o período de frio, segundo o mesmo teste, os resultados não foram significativos ao nível de 5% de significância ($p\text{-valor} = 0,456$), onde somente 9,8% dos valores de uma variável tiveram correspondência na outra (Figura 55). Foram observados diferentes agrupamentos de dados em decorrência das semanas avaliadas.

Desta maneira, as variáveis pH e umidade de cama-de-frango tiveram comportamentos independentes entre si, apesar de ambas contribuírem para o aumento da emissão de amônia e da incidência de lesões cutâneas nas aves.

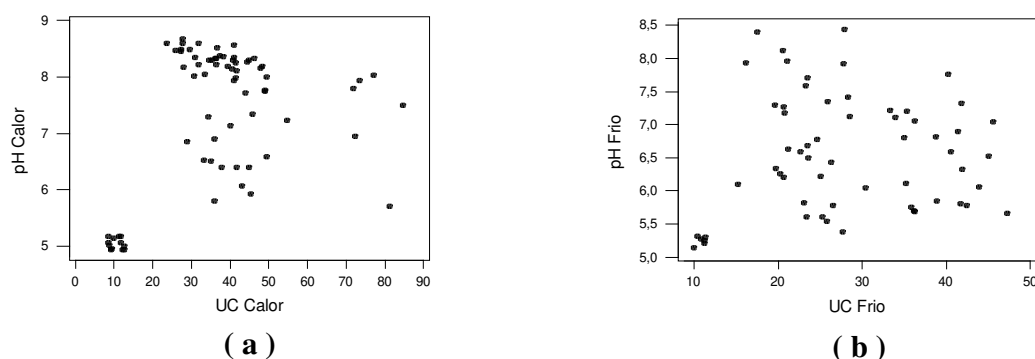


Figura 55. Resultados dos testes de correlação entre pH e umidade de cama-de-frango nas épocas de calor (a) e frio (b).

5.4 CONCENTRAÇÃO DE GASES NO AR

5.4.1 Amônia

A análise estatística descritiva inicial, mostrou que os dados obtidos, tanto para o galpão convencional (G_1) quanto para o de alta densidade (G_2), não apresentaram distribuição normal segundo Teste de Normalidade de Anderson-Darling, mostrando inclusive, distribuição bastante assimétrica na qual a média e mediana apresentaram-se posicionadas distintamente, dentro do intervalo de confiança.

O gráfico comparativo de distribuição dos dados pelas medianas (Figura 56) ilustra uma maior dispersão dos dados de concentração de amônia (ppm) no galpão convencional (G_1), sendo que a média encontra-se posicionada acima do intervalo de confiança da mediana, como resposta ao grande número de *outliers* observados. Comparativamente, os dados de G_2 apresentaram-se mais uniformemente distribuídos.

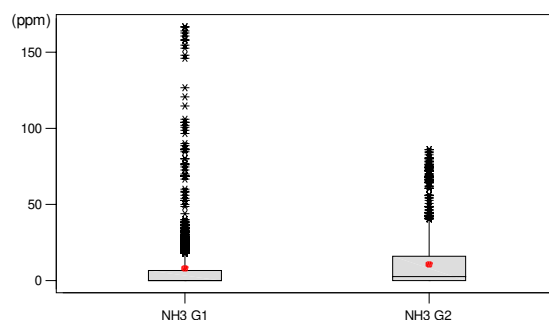


Figura 56. *Boxplot* dos dados de concentração de amônia (ppm) ao longo do lote de produção, para os dois galpões.

A condição de não-normalidade dos dados levou à análise dos dados por métodos não-paramétricos, sendo adotado o teste de *Mann-Whitney* para este caso, o qual se baseia na análise da variância das medianas. Os resultados indicam que os dados de concentração de amônia (ppm) obtidos no galpão G₂ mostraram-se significativamente superiores aos do galpão G₁ (p-valor $\leq 0,05$) com medianas de 3 ppm e 0 ppm, respectivamente. Em função do elevado número de leituras nulas referentes às fases iniciais e aos períodos noturnos de quase totalidade dos dias de produção, procurou-se minerar os dados previamente a uma nova análise estatística.

Da observação do perfil da concentração de amônia (ppm) ao longo deste lote de produção (Figura 57), constatou-se que os valores foram inferiores a 20 ppm, limite máximo recomendado pela *Comission Internationale du Genie Rural* (CIGR, 1984), até o 19º dia de produção em ambos os galpões, conforme ilustra a Figura 56. Cabe ressaltar que parte das medições foi realizada durante o período noturno nas duas primeiras semanas (0 – 14º dia de produção), para a avaliação da qualidade do ar resultante da queima do gás GLP pelas campânulas de aquecimento dos pintainhos, que utiliza o mesmo equipamento. Esta condição pode ter influenciado os resultados, visto que os valores de pico ocorreram em períodos vespertinos nos demais dias, como do 6º ao 8º dia de produção, com máxima de 13 ppm no galpão G₁ e de 16 ppm, no G₂, próximos às 14:00h.

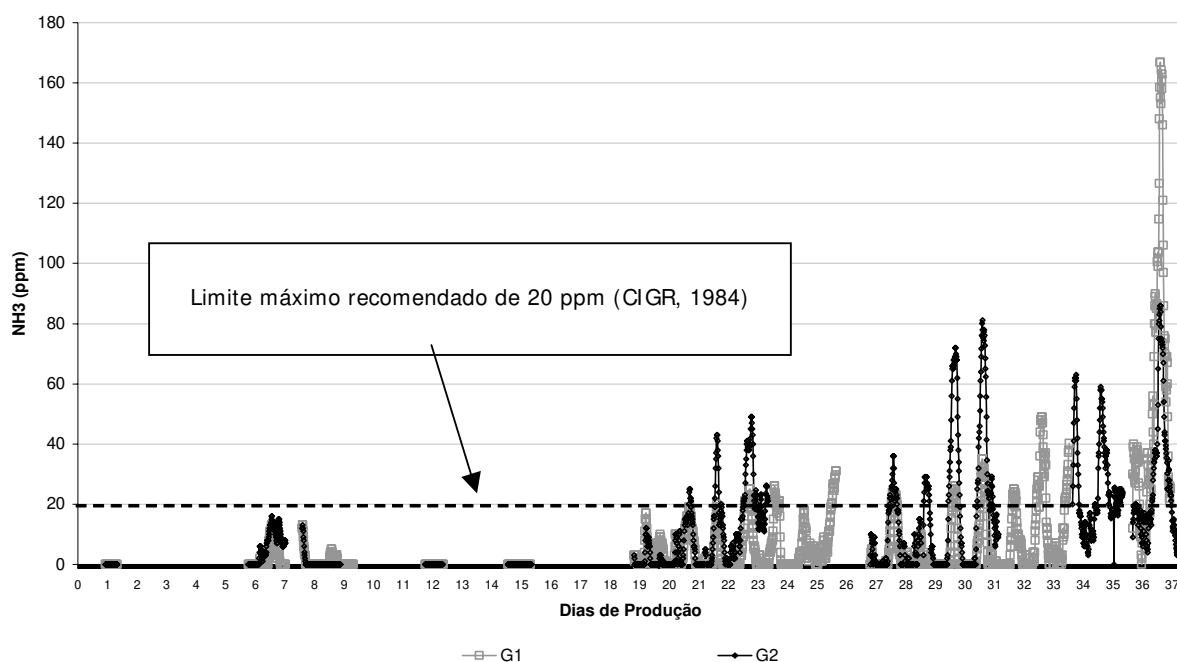


Figura 57. Perfil da concentração de amônia no ar (ppm) ao longo de um lote de produção nos galpões G₁ e G₂, sem equalização dos dados coletados.

Isto posto, pesquisou-se por meio de teste de proporções, as ocorrências nos dois galpões, de valores superiores a 20 ppm de amônia no ar e os resultados mostraram que para o mesmo número de dados analisados, o galpão G₂ apresentou 18,8% destas ocorrências enquanto o galpão G₁, 11,5%. Equivale-se, portanto a se dizer que no período do 20º ao 37º dia de produção, as aves estariam fora das recomendações de bem-estar no que concerne à exposição ao gás amônia, por 2h45' diariamente, nas condições de produção do galpão G₁ e 4h30', nas condições do galpão G₂.

Adotando-se o valor de 20 ppm de amônia no ar como marco divisor de condições de qualidade do ar, instituíram-se dois períodos a serem analisados: até o 19º dia e após o 20º dia de produção.

5.4.1.1 Primeiro Período – até 19º dia de produção

Pela análise descritiva ficou definida novamente, a condição de não-normalidade dos dados, sendo observados valores de concentração de amônia média de 1,73 ppm e máxima de 17 ppm no galpão G₁, e média de 1,98 ppm e máxima de 16 ppm no galpão G₂.

Durante a fase de aquecimento, do dia 0 ao 14º dia de produção, as máximas obtidas foram de 13 ppm para G₁ e 17 ppm para G₂, ambos às 13:15h do 6º dia de produção, diferindo dos resultados obtidos por Abreu *et al.* (1998) que observou valores máximos (10 ppm) durante o período da madrugada (4:00h). Os valores médios encontrados por Miragliotta (2000) nestes mesmos galpões foram de 0,49 ppm para G₁ e 1,69 ppm para G₂ no 14º dia de produção, diferindo no entanto, no aspecto metodológico em que as leituras foram feitas instantaneamente, em períodos escolhidos aleatoriamente, prática não recomendada a partir destes novos resultados que mostram desde o início, uma elevação da concentração do gás nos períodos de elevação da temperatura interna durante o período vespertino.

O teste comparativo não-paramétrico determinou que para este primeiro período não existiu diferença significativa ($p\text{-valor} \leq 0,05$) na concentração de amônia no ar (ppm) nas condições estudadas entre os galpões G₁ e G₂, o que leva ao entendimento de que as condições de manejo nestas três primeiras semanas, sendo as duas primeiras destinadas ao aquecimento, forneceram condições similares de qualidade do ar e de bem-estar sob o parâmetro amônia, cabendo ressaltar que estas condições foram avaliadas sob outros parâmetros neste estudo, tais quais o gás monóxido de carbono e as condições de termoneutralidade, apresentados em outros itens.

Para o conhecimento das relações entre variáveis, procurou-se determinar a existência de correlações entre a concentração da amônia no ar (ppm) e as demais variáveis coletadas sob as mesmas condições de periodicidade e simultaneidade, no caso, outros gases e variáveis bioclimáticas (TBS – Temperatura de Bulbo Seco, °C; UR – Umidade Relativa do ar, %; VAR – Velocidade do ar, m/s). A importância da determinação destas relações, está no fato da mensuração de gases ser efetuada por equipamentos de alto valor de investimento, nem sempre acessíveis ao produtor rural. Variáveis como TBS e UR são costumeiramente avaliadas no manejo produtivo de sistemas de integração, requerendo equipamentos de simples uso e fácil aquisição, e o que se procurou neste estudo, foi verificar a possibilidade de uso como indicadores da concentração de amônia no ar quando da impossibilidade de se medi-la diretamente.

Para este período inicial até o 19º dia de produção, a concentração de amônia no ar (ppm) no galpão G₁ apresentou-se significativamente correlacionada com a TBS (°C) e VAR (m/s), porém com baixas taxas de correlação entre variáveis, de 16,9% e 21,7%, respectivamente (Tabela 18).

Tabela 18. Teste de Correlação entre concentração de amônia no ar (ppm) e demais variáveis estudadas, no período até 19º dia de produção, no galpão G₁.

Teste de Correlação (Pearson) – Galpão Convencional (G₁)				
	O2 G1	TBSG1	URG1	VARG1
TBSG1	0,132 0,083			
URG1	-0,200 0,008	-0,932 0,000		
VARG1	0,179 0,018	0,255 0,001	-0,301 0,000	
NH3 G1	-0,018 0,811	0,169 0,027	-0,072 0,348	-0,217 0,004
Conteúdo das células: Correlação p-valor				

Já o galpão G₂, a concentração de amônia no ar (ppm) esteve significativamente correlacionada à concentração de Oxigênio no ar (%), à TBS (°C), e à VAR (m/s), no entanto, novamente, com baixas taxas de correlação, conforme Tabela 19.

Portanto, até o 19º dia de produção, embora as concentrações de amônia (ppm) em ambos os galpões estejam significativamente correlacionadas a outras variáveis, não podem ser expressas satisfatoriamente em função destas. Neste período, os valores obtidos foram inferiores a 20 ppm de concentração e não diferiram significativamente nos dois galpões.

Tabela 19. Teste de Correlação entre concentração de amônia no ar (ppm) e demais variáveis estudadas, no período até 19º dia de produção, no galpão G₂.

Teste de Correlação (Pearson) – Galpão Alta Densidade (G ₂)				
	O ₂ G ₂	TBSG ₂	URG ₂	VARG ₂
TBSG ₂	0,106 0,167			
URG ₂	-0,163 0,032	-0,885 0,000		
VARG ₂	0,094 0,216	0,250 0,001	-0,335 0,000	
NH₃ G₂	-0,218 0,004	0,207 0,006	0,031 0,686	-0,125 0,100
Cell Contents: Correlação p-valor				

5.4.1.2 Segundo Período – após 20º dia de produção

Para este período de estudo, observou-se o padrão de não-normalidade dos dados, sendo as máximas obtidas de 167 ppm para o galpão G₁ e 86 ppm para G₂ (Tabela 20), valores elevados para as recomendações internacionais.

Apesar destes resultados de máximas, o teste comparativo não-paramétrico mostrou que existe diferença altamente significativa ($p\text{-valor} \leq 0,01$) entre galpões, sendo superior no galpão G₂.

Tabela 20. Análise estatística descritiva dos dados de concentração de amônia no ar (ppm) nos galpões G₁ e G₂ para o período após o 20º dia de produção.

Estatística Descritiva						
Variável	Nº	Média	Mediana	TrMédia	D.Padrão	SE Média
NH ₃ G ₁	856	11,807	1,000	7,325	24,934	0,852
NH ₃ G ₂	856	16,411	11,000	14,126	19,463	0,665
Variável	Mínima	Máxima	1ºQuartil	3ºQuartil		
NH ₃ G ₁	0,000	167,000	0,000	14,000		
NH ₃ G ₂	-14,000	86,000	0,000	23,000		

Para uma pesquisa mais detalhada das condições internas de cada pacote tecnológico (associação de densidade populacional e sistema de ventilação), procurou-se analisar os resultados de cada galpão separadamente, investigando as peculiaridades de cada sistema sobre os resultados de concentração de amônia no ar.

Para o galpão G₁, observou-se que no 36º dia de produção, ocorreu uma elevação abrupta nos resultados das leituras, que poderiam estar gerando a grande dispersão nos resultados e *outliers* observados nas análises iniciais, ilustrada na Figura 58.

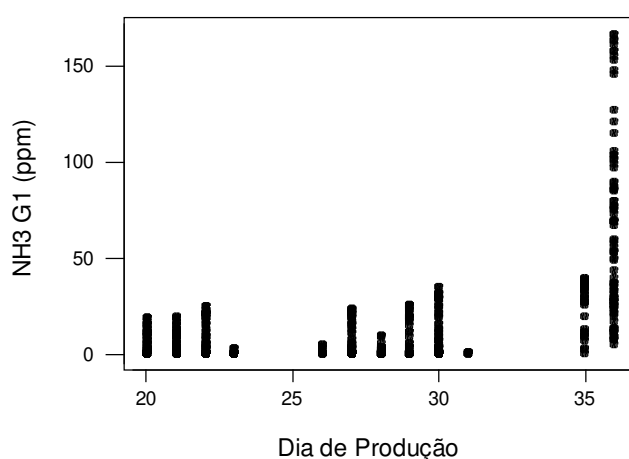


Figura 58. Gráfico de dispersão dos dados de concentração de amônia (ppm) por dia, após o 20º dia de produção, galpão G₁.

Muitas razões poderiam estar associadas a este fato e procurou-se confrontá-los com as demais variáveis deste dia (Figura 59). Observou-se que não houve falha de energia e não se caracterizou um dia de chuva ($UR \cong 63\%$ e $TBS \cong 30^\circ$ no horário de pico de NH_3) que levasse a um fechamento precoce das cortinas laterais.

Os dois dias precedentes apresentaram alta umidade relativa do ar (Figura 60), o que poderia ter umedecido a cama-de-frango, favorecendo a emissão do gás no dia seguinte, como constatado por Weaver & Meijerhof (1991).

Somente a velocidade de ar apresentou-se relativamente mais inconstante que o usual, com muitas leituras nulas no local, o que estaria relacionado com o aumento na concentração de amônia no ar, conforme Lewis e Nicholson (1980).

A condição funcional dos sensores eletroquímicos já ao final de lote poderia ser questionada, visto que esta foi a razão da interrupção das coletas nos lotes seguintes pela comprovada saturação das unidades, fato este, inclusive observado por Burns *et al.* (2003), no qual a rápida saturação de sensores de semelhante tecnologia (*Dräger Polytron II*), exigiu a troca por outra série de unidades e uma calibração constante a cada 42h para garantia da precisão das leituras. Os dados deste 36º dia de produção não foram desprezados inicialmente, pois com o anoitecer, quando ocorre uma queda natural da concentração de amônia no ar, observou-se a queda dos valores nas leituras, concomitante à queda observada nas leituras do galpão G₂.

Independentemente de causa, as leituras refletiram a qualidade do ar fornecida às aves, o que, segundo Weaver & Meijerhof (1991) ocasionariam redução no ganho de peso das aves e poderiam refletir negativamente sobre a saúde dos animais, aumentando a susceptibilidade a doenças, segundo Hellickson & Walker (1983).

Além da saturação precoce dos sensores eletroquímicos após seu uso em um único lote de produção, um segundo fator de não recomendação do Multilog 2000 para este fim, seria o tempo de duração da bateria de 8h, mesmo para a bateria recarregável. Em função deste tempo máximo de funcionamento contínuo, visto que o equipamento foi projetado para o turno de trabalho da indústria, foi necessário o uso de *timer* e *no-break*. O *timer* foi ajustado para ligar e desligar a corrente elétrica do recarregador de bateria a cada duas horas, pois além deste tempo, corria-se o risco de se danificar a bateria por superaquecimento. O *no-break* foi utilizado para fornecer energia contínua ao *timer* de forma que a contagem do tempo não sofresse alteração em caso de quedas de energia e para fornecer energia para o recarregamento da bateria. Muitas vezes, o ajuste do *timer* não conferiu com o tempo de carga da bateria, de maneira que os equipamentos se desligaram, produzindo uma descontinuidade de leituras, como pode ser observado nos 26º, 34º e 35º dias de produção no galpão G₁ (Figura 59).

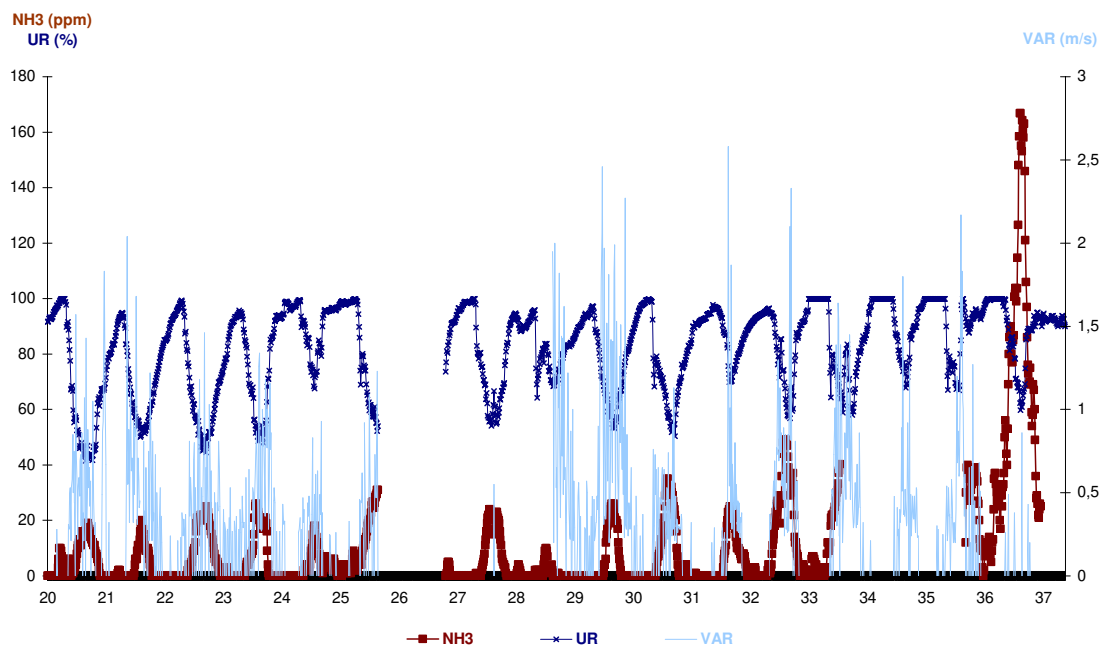


Figura 59. Condições internas (concentração de amônia, UR e VAR do ar), após o 20º dia de produção no galpão G₁.

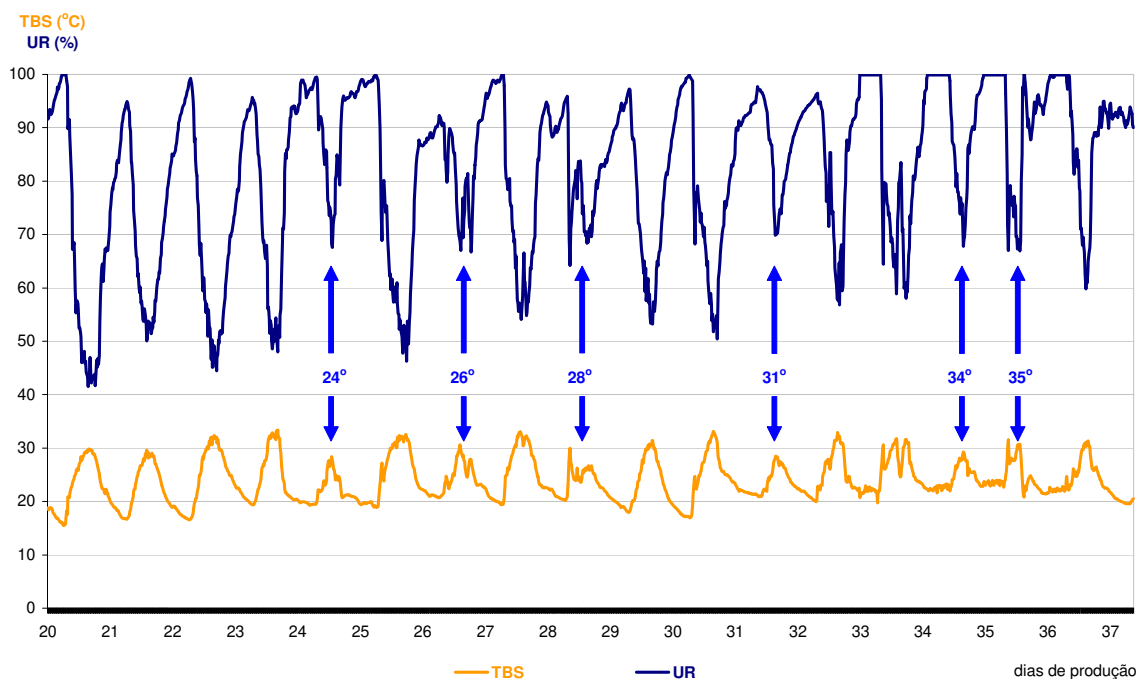


Figura 60. Condições climáticas externas nos dias de alta umidade relativa do período de 20/11 a 07/12/2003, Rio Claro, SP.

No galpão G₂, foram observadas maiores dispersões dos dados de concentração de amônia (ppm) em dias de alta umidade relativa, porém seguindo o mesmo critério adotado para o galpão G₁, removeu-se apenas o 36º dia de produção. Os perfis de concentração de amônia no ar são mostrados nas Figuras 61 e 62.

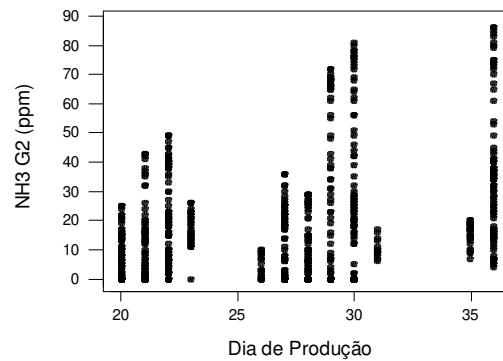


Figura 61. Gráfico de dispersão dos dados de concentração de amônia (ppm) por dia, após o 20º dia de produção, galpão G₂.

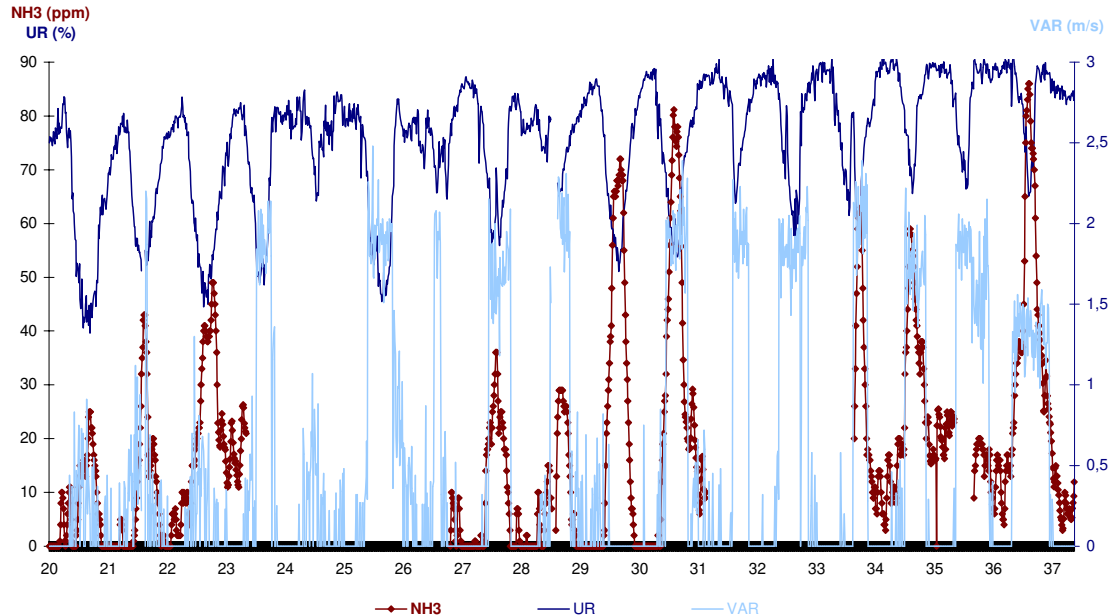


Figura 62. Condições internas (concentração de amônia, UR e VAR), após o 20º dia de produção no galpão G₂.

Para as etapas seguintes desta avaliação, além da remoção de *outliers* (36º dia de produção), foram removidos os valores do período noturno que normalmente, são nulos. Desta maneira, os dados existentes passaram a ser analisados apenas para o período das 9:00 às 19:00h em dias considerados “típicos”.

Esta condição de avaliação difere dos resultados obtidos por Wathes *et al.* (1997) no Reino Unido, em que os valores máximos foram de 40 ppm na produção de frangos de corte e as leituras não diferiram significativamente, entre os períodos de dia e noite. O tempo de coleta de dados restrito a 24h/installação em 12 aviários, o manejo de produção e a tipologia construtiva são os fatores que geram tais diferenciações, endossando a necessidade de pesquisa para formulação de recomendações apropriadas às condições tropicais de produção. No mesmo sentido, Groot Koerkamp *et al.* (1998), encontrou para as condições do norte da Europa, a associação negativa entre aumento na emissão e concentração de amônia no ar com a temperatura externa coletada, haja vista que as condições de produção são totalmente climatizadas nestes locais.

Já Hinz & Linke (1998b) encontraram resultados semelhantes aos deste estudo, na medida que concluíram como representativo de amostragem da concentração diária de amônia no ar, o período das 11:00h às 13:00h, por chegarem bem próximos aos resultados obtidos por monitoramento contínuo.

No teste de correlação de Pearson, a concentração de amônia (ppm) no galpão G₁ apresentou-se significativamente correlacionada com a TBS (°C) e UR (%) ao nível de 5%, no entanto, sendo de interesse apenas a correlação entre NH₃ e TBS, no qual 74,8% dos valores de amônia têm correspondência positiva com os valores de TBS, como apresentados na Tabela 21 e Figuras 63 e 64.

Tabela 21. Testes de Correlação entre variáveis após o 20º dia de produção, no galpão G₁.

Teste de Correlação (Pearson) – Galpão Convencional (G₁)				
	O ₂ G ₁	TBSG₁	URG₁	VARG ₁
TBSG ₁	0,095 0,062			
URG ₁	-0,181 0,000	-0,717 0,000		
VARG ₁	0,005 0,929	-0,083 0,105	-0,003 0,955	
NH₃ G₁	-0,026 0,606	0,748 0,000	-0,332 0,000	0,029 0,572
Conteúdo das células: Correlação p-valor				

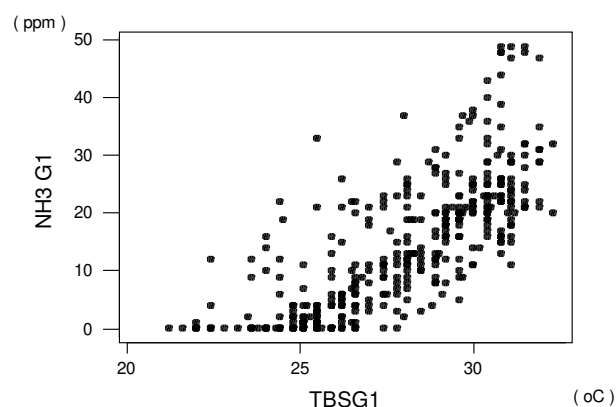


Figura 63. Gráfico de correlação entre concentração de amônia (ppm) e TBS (°C) para o período após o 20º dia de produção no galpão G₁.

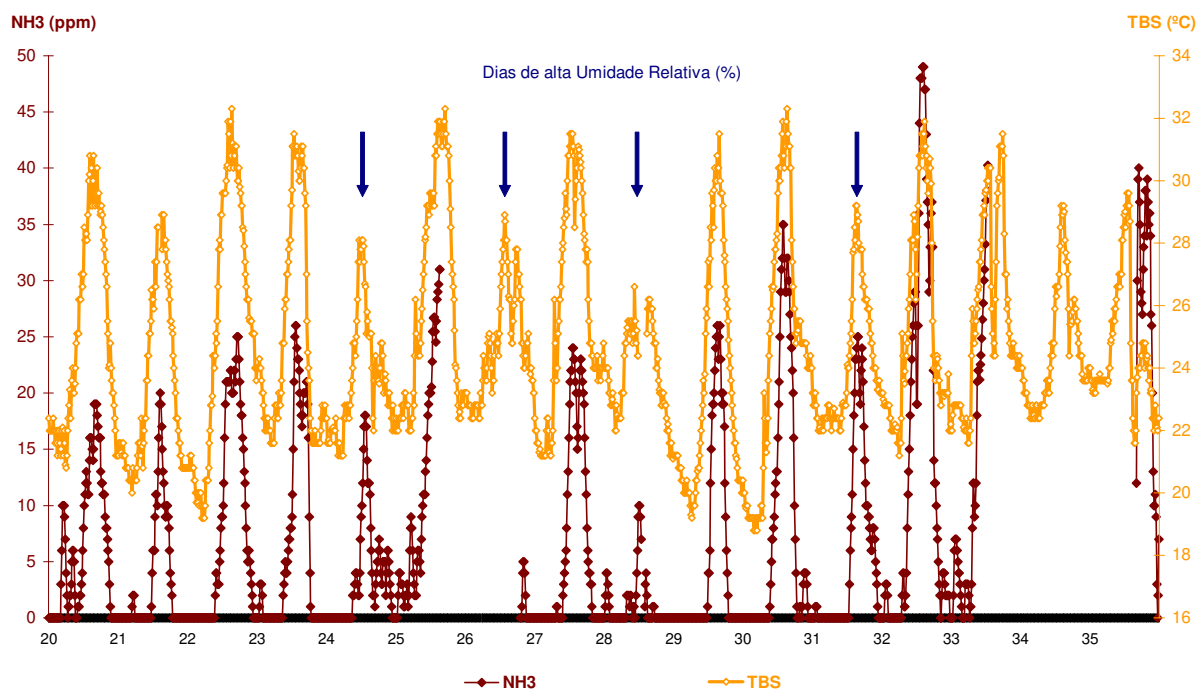


Figura 64. Curvas de concentração de amônia (ppm) e TBS (°C) após 20º dia de produção, no galpão G₁.

O mesmo teste foi realizado para o galpão G₂ e constatou-se que existem correlações altamente significativas ($p\text{-valor} \leq 0,05$) entre a concentração de amônia (ppm) e O₂ (%), TBS (°C) e UR (%), e mais uma vez, sendo de interesse, apenas a correlação entre NH₃ e TBS, com índice de 83,4% de correspondência de valores (Tabela 22 e Figura 65).

Tabela 22. Testes de Correlação entre variáveis após o 20º dia de produção, no galpão G₂.

Teste de Correlação (Pearson) – Galpão Alta Densidade (G₂)				
	O ₂ G ₂	TBSG₂	URG₂	VARG ₂
TBSG ₂	0,168 0,003			
URG ₂	-0,313 0,000	-0,526 0,000		
VARG ₂	-0,297 0,000	-0,025 0,661	0,267 0,000	
NH₃ G₂	0,147 0,009	0,834 0,000	-0,160 0,005	-0,059 0,305
Conteúdo das células: Correlação p-valor				

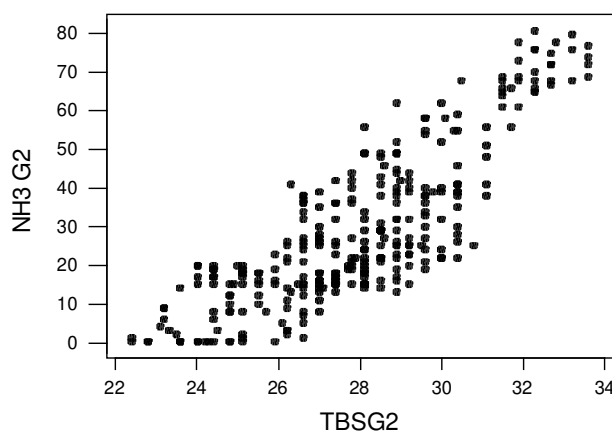


Figura 65. Gráfico de correlação entre concentração de amônia (ppm) e TBS (°C), após o 20º dia de produção, no galpão G₂.

Estes resultados fornecem bons indicativos da modelagem estatística a ser realizada para determinação da concentração de amônia (ppm) em dois tipos de galpões de produção, com base em variáveis de fácil mensuração. Desta maneira, análises de regressão foram realizadas para

cada condição, a partir das quais foram obtidas equações para estimação da concentração de amônia (ppm) ao longo de um lote de produção, em cada sistema produtivo estudado.

Galpão Convencional – G₁

$$\text{NH}_3 (\text{G}_1) = - 107 + 1,00 \text{ DP} + 3,42 \text{ TBS, (ppm)} \quad R^2 = 69,8\% \quad (\text{Eq.11})$$

Galpão Alta Densidade – G₂

$$\text{NH}_3 (\text{G}_2) = - 180 + 1,48 \text{ DP} + 6,19 \text{ TBS} - 4,85 \text{ VAR, (ppm)} \quad R^2 = 83,0\% \quad (\text{Eq.12})$$

OU

$$\text{NH}_3 (\text{G}_2) = - 185 + 1,40 \text{ DP} + 6,34 \text{ TBS, (ppm)} \quad R^2 = 80,2\% \quad (\text{Eq.13})$$

Sendo: NH₃ = concentração de amônia no ar (ppm), DP = Dia de Produção; TBS = Temperatura de Bulbo Seco (°C) e VAR = Velocidade do Ar (m/s).

O galpão em alta densidade pôde ser modelado por duas equações, uma delas considerando a necessidade de aquisição de um termômetro de bulbo seco e anemômetro e outra, somente com o termômetro, o que facilitaria a coleta e predição pelo modelo.

Apenas no 31º de produção do lote seguinte, foram possíveis as coletas simultâneas da concentração de amônia no ar, nos setores leste e oeste do galpão G₁ e nos três setores do galpão G₂. O período de coleta ficou restrito das 12:30h às 1:00h da madrugada seguinte, em função da dificuldade da manutenção dos equipamentos acionados durante o período noturno. Pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis foram encontradas diferenças significativas ao nível de 1% em ambos os galpões, sendo os resultados apresentados na Figura 66.

O setor leste do galpão G₁ apresentou valores superiores aos encontrados no setor oeste, com medianas de 7 ppm contra 3 ppm, respectivamente, o que indica o forte efeito de homogeneização dos ventiladores axiais posicionados no sentido leste-oeste neste sistema, sem indicativo de arraste do gás de um setor para outro.

Já para o galpão G₂, observou-se que o setor oeste apresentou medianas muito superiores aos demais setores, de 37, 4 e 4 ppm respectivamente, o que pode ser resultante do arraste do ar pelo sistema de ventilação tipo túnel no sentido leste-oeste.

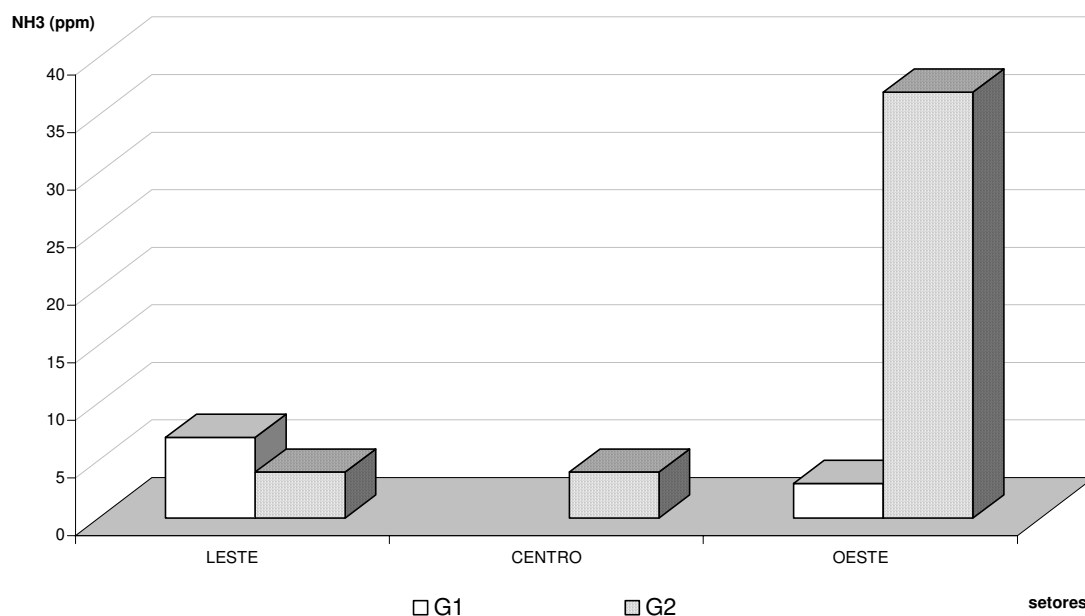


Figura 66. Diferenças nas medianas das concentrações de amônia no ar (ppm) no 31º dia de produção, entre setores nos dois galpões.

A avaliação contínua da concentração de amônia no ar forneceu subsídios para a compreensão do seu perfil dentro de cada sistema produtivo durante o dia, ao longo de um lote de produção na época de calor, permitindo inclusive, a inferência sobre os seus valores com base em indicadores de fácil mensuração como TBS (termômetro de mercúrio) e Velocidade do Ar (anemômetro).

Um segundo propósito atendido, foi o de constatar que em ambas as situações estudadas, as condições de bem-estar não foram atendidas após o 20º dia de produção, sendo fornecidas às aves, quase que diariamente, condições de qualidade de ar inadequadas que podem se traduzir em perdas produtivas ainda não avaliadas em condições tropicais de produção.

Estes resultados se prestam para um terceiro propósito, o de fornecer recomendações para a coleta de valores de máxima da concentração de amônia para fins de monitoramento das condições de bem-estar das aves pela empresa, utilizando-se de equipamentos de avaliação instantânea (bombas de amostragem e tubos reagentes), cujos custos de investimento e manutenção são menores que os equipamentos de avaliação contínua. Conhecendo-se o perfil de

“comportamento” diário da concentração de amônia no ar (Figuras 67 e 68), de sua correlação positiva com a TBS (°C) e tendo em vista o atendimento aos limites internacionais para o bem-estar das aves, recomenda-se:

- Coleta de amostra de ar a partir do 20º dia de produção na altura das aves (25 a 50 cm do piso);
- Período do dia: junto às máximas de TBS do galpão (p.ex.: 14:00 – 15:30h, Rio Claro, SP);
- Local de coleta: setor de acúmulo do gás em sistemas de ventilação tipo túnel ou independente do local em sistemas abertos (ventilação mecanizada homogeneizadora + natural);
- Cuidados para coleta: evitar dias de alta umidade relativa e promover ventilação usual durante a coleta de dados, evitando acúmulo do gás no local;
- Sistemas com alta densidade populacional de aves tendem a apresentar valores superiores aos do sistema convencional.

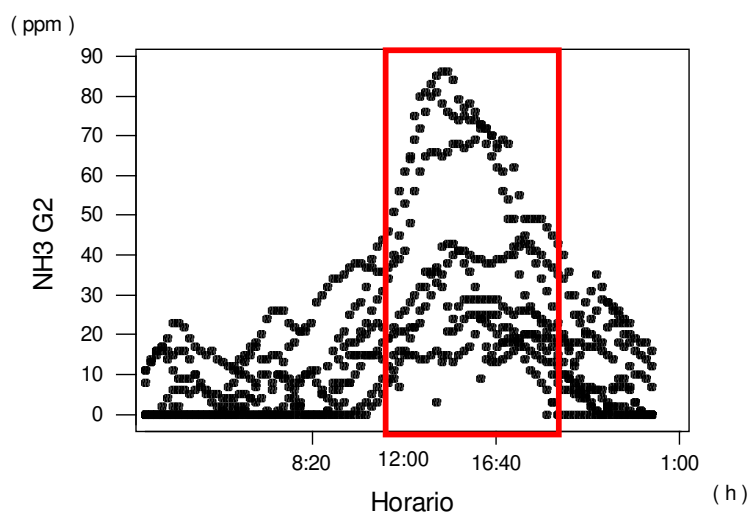


Figura 67. Curvas diárias de concentração de amônia com picos situados no período vespertino, no galpão G₂.

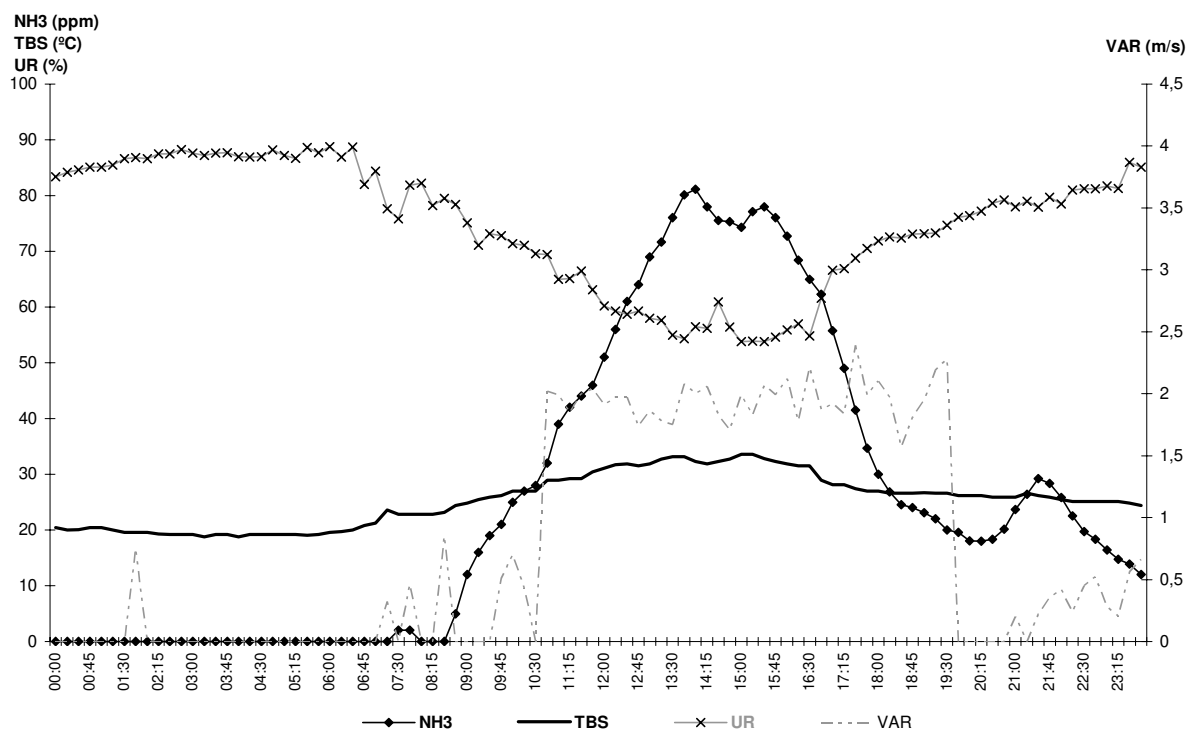


Figura 68. Perfil diário das condições internas no 30º dia de produção no galpão G₂.

A preocupação com a avaliação da emissão de gases para a atmosfera oriunda da produção animal é tema de muitas pesquisas nos países europeus onde o impacto da emissão pode ser sentida no país vizinho e sem sombra de dúvidas, o volume de emissão do gás amônia tem grande preponderância sobre os demais gases emitidos pela produção avícola nestes países. Este fato encontra paralelo no presente estudo, nas condições tropicais de produção, em que foram observadas concentrações muito elevadas de NH₃, acima de 100 ppm, em contraste com leituras próximas a zero de metano e óxido nítrico ao longo de todo o ciclo de produção.

5.4.1.3 Segurança do trabalhador

A NR-15 e ACGIH (2001) limitam a exposição diária do trabalhador da indústria ao máximo de 20 ppm de concentração de amônia no ar por 8h de trabalho.

Tendo isso em mente, foi calculado o intervalo de horas diário em que a concentração de amônia foi igual ou superior a este valor nos dois galpões estudados, durante o turno de trabalho das 7:00 às 17:00h desta granja, que ocorreram a partir do 20º dia de produção (Figuras 69 e 70).

Os dados foram coletados a 50 cm do piso, numa altura não apropriada para retratar o ambiente de trabalho, porém na ausência de coletas a uma altura superior, simulou-se uma condição hipotética da exposição do trabalhador por 8h contínuas dentro dos galpões.

A rotina de trabalho destes trabalhadores quando funcionários contratados, o que difere totalmente da condição de granjeiro-proprietário que se expõe a tempo ainda menor, prevê a maior permanência dentro dos galpões na fase inicial de aquecimento dos pintainhos que demandam maior atenção e tratamento, e quando a concentração de amônia no ar não ultrapassa este limite. Na fase final, embora não contabilizada estatisticamente neste estudo, a permanência não superou a somatória de duas horas dentro de um dos galpões do núcleo de quatro galpões, considerando a intermitência entre situações dentro e fora de galpão.

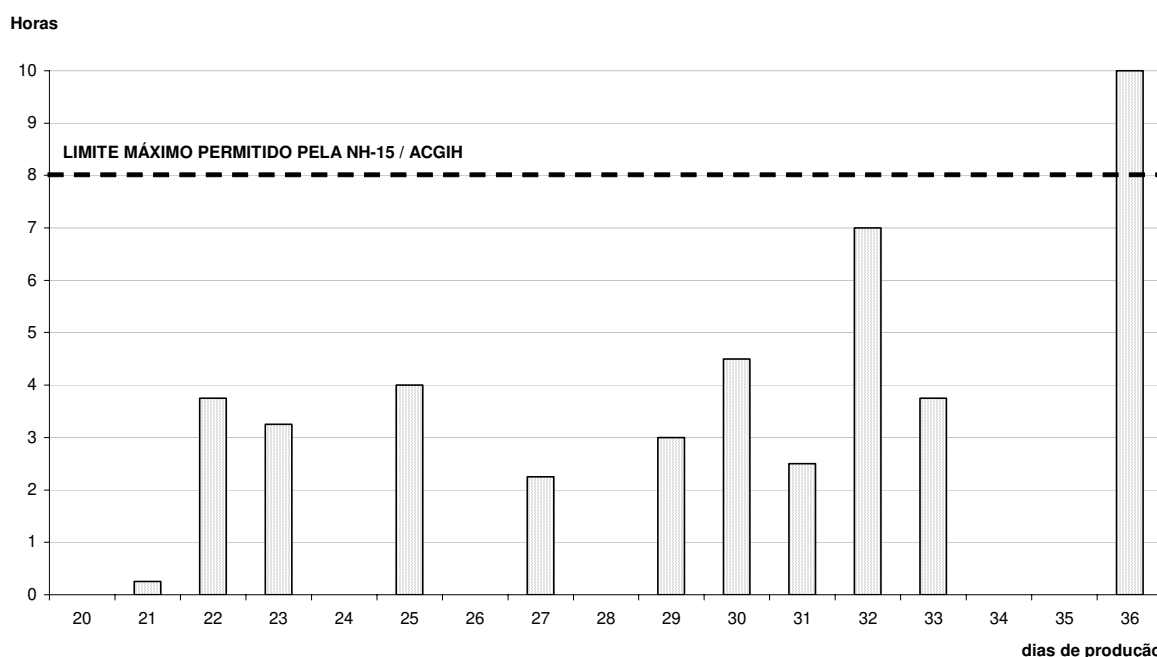


Figura 69. Quantidade de horas em que a concentração de amônia no ar esteve acima dos 20 ppm, ao longo do lote de produção no Galpão Convencional (G₁).

Os resultados mostram que apenas no 36º dia de produção, em ambos os galpões, o trabalhador poderia estaria exposto a uma situação de insalubridade, caso seu posto de trabalho fosse permanentemente dentro do galpão G₁ ou G₂.

Este tempo seria antecipado, caso fosse considerado o limite máximo recomendado por Donham & Cumro (1999) de 7 ppm para os trabalhadores rurais em geral, se considerada as seqüelas da exposição a diferentes poluentes aéreos sobre a saúde dos trabalhadores rurais, que envolvem sintomas respiratórios agudos e crônicos. Os autores observaram perdas na capacidade respiratória destes trabalhadores, já quando expostos acima deste limite, indicando que os limites internacionais da OSHA (50 ppm) e ACGIH (25 ppm) são inapropriados para estas condições de trabalho. O fator tempo não é avaliado neste estudo, como enfatiza a normativa brasileira.

Estudo conduzido por Alencar *et al.* (2004) estabelece que para as condições brasileiras, os trabalhadores de granjas não devem permanecer dentro dos galpões por períodos superiores a 5 h/dia em função de perdas crônicas na capacidade respiratória observadas em trabalhadores com mais de 4 anos na mesma função e em granjas com baixa automatização.

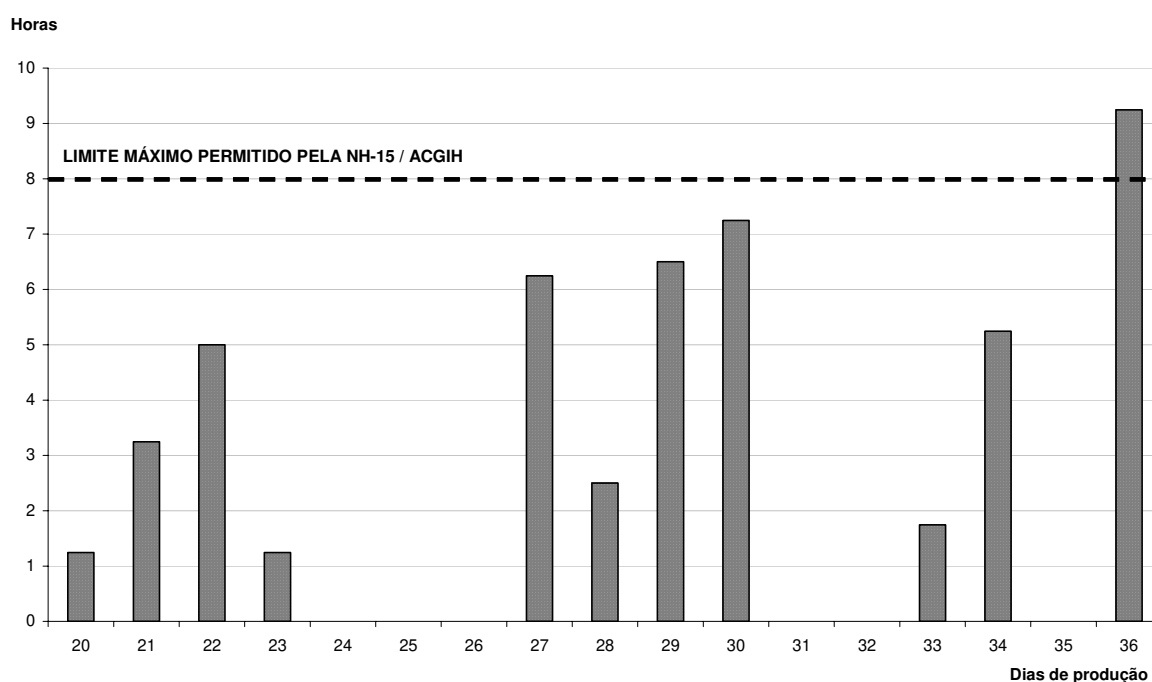


Figura 70. Quantidade de horas em que a concentração de amônia no ar esteve acima dos 20 ppm, ao longo do lote de produção no galpão alta densidade (G₂).

Estes resultados indicam a necessidade de uma maior averiguação das condições ambientais à altura de exposição do trabalhador para diferentes poluentes aéreos e suas seqüelas sobre a saúde. E concomitantemente, se faz imprescindível o acompanhamento da rotina de

trabalho deste trabalhador de granja para a contabilização do tempo de permanência diária dentro do galpão de produção durante o turno de trabalho para se fazer valer a legislação trabalhista brasileira.

5.4.2 Monóxido de Carbono

Foi realizado um teste piloto em fevereiro de 2003, comparando-se as condições de qualidade do ar noturna nos dois galpões deste estudo e em um terceiro, pertencente ao mesmo núcleo cujo pinteiro único se localizava no setor leste (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2003a). Deste piloto, concluiu-se que a qualidade do ar fornecida aos pintainhos não seguiu as recomendações internacionais de máximas de 10 ppm no ar (CIGR, 1989) e tiveram médias de 40,78 ppm (G_1), 80 ppm (G_2) e 105,90 ppm (pinteiro único), sem contudo oferecer condições térmicas eficientes neste período de aquecimento.

Já os dados do estudo completo foram divididos em duas épocas de análise: frio (lote 7) e calor (lotes 8 e 9), em função das diferenças climáticas que influem sobre o manejo de aquecimento.

A análise estatística descritiva inicial, mostrou que os dados de frio e calor, tanto para o galpão convencional (G_1) quanto para o de alta densidade (G_2), não apresentaram distribuição normal segundo o Teste de Normalidade de Anderson-Darling, mostrando inclusive, distribuição bastante assimétrica dos mesmos. Em consequência, os dados foram analisados por testes não-paramétricos.

5.4.2.1 Época de Frio

Para o lote 7 (agosto de 2003) foram obtidos dados do dia zero ao 8º dia de produção e neste período, ocorreram muitas falhas de leituras dos equipamentos, principalmente no galpão convencional (G_1). Problemas com a regulação do *timer* e os limites de segurança do equipamento, resultaram em desligamentos precoces dos equipamentos interrompendo as leituras. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 23 e Figuras 71 e 72.

Tabela 23. Resultados das concentrações de gases no ar em condições de frio.

Galpão	Monóxido de Carbono (ppm)			Oxigênio (%)		
	Média ± DP	Mediana	Máxima	Média ± DP	Mediana	Mínima
G ₁	17,57±1,42	15,0	58	20,84±0,01*	20,9	20,6
G ₂	29,83±3,11	20,5	109	20,70±0,01*	20,7	20,5

Sendo: DP = Desvio Padrão. * - significativo ao nível de 5% pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Em função do pequeno número de dados obtidos, não foram possíveis análises de um período noturno completo. A regulação do fornecimento de calor foi feita pelo tempo de aquecimento e desta maneira, as campânulas foram acesas mais cedo nos primeiros dias, por volta das 17:00h e mais ao final, dependendo das condições climáticas, somente às 23:00h. Desta forma, o perfil de concentração de gases ao longo dos 14 dias iniciais segue a curva de recomendação de Temperatura de Bulbo Seco por Cony & Zocche (2004), no qual as máximas seguem padrão decrescente com o passar do tempo.

Os valores médios de CO no ar mostram que as condições de queima se processam de forma incompleta mesmo após a regulação dos bicos de gás das campânulas realizada previamente, em função dos resultados do teste piloto. Os valores médios estiveram acima dos 10 ppm máximos recomendados, sendo de 18 ppm no galpão G₁ e de 30 ppm para o galpão G₂, com máximas de 58 ppm e 109 ppm, respectivamente.

Os valores encontrados ainda são inferiores aos níveis agudos tóxicos que podem vir a afetar a saúde das aves, como citados por Café & Andrade (2000) que observou sintomas de intoxicações à concentrações de 400 a 500 ppm no ar ou Swenson (1996) que observou lesões graves nas aves a uma exposição de 1000 ppm no ar por 30 a 60min.

A variação da TBS interna tende a seguir as variações da TBS externa (Figura 71) e o galpão G₁, manteve seus valores, em média, cerca de 3,77 °C acima das condições externas durante o período noturno e 9,45 °C abaixo das condições recomendadas por Cony & Zocche (2004), em que devem ser fornecidas temperaturas de 29,4 °C a 26,6 °C no galpão, para a primeira semana de produção. A quantidade de calor fornecido pelas campânulas, a condição precária das cortinas de vedação do galpão e a divisão do pinteiro em três partes para este estudo, associadas, contribuíram para a baixa eficiência térmica do sistema de aquecimento.

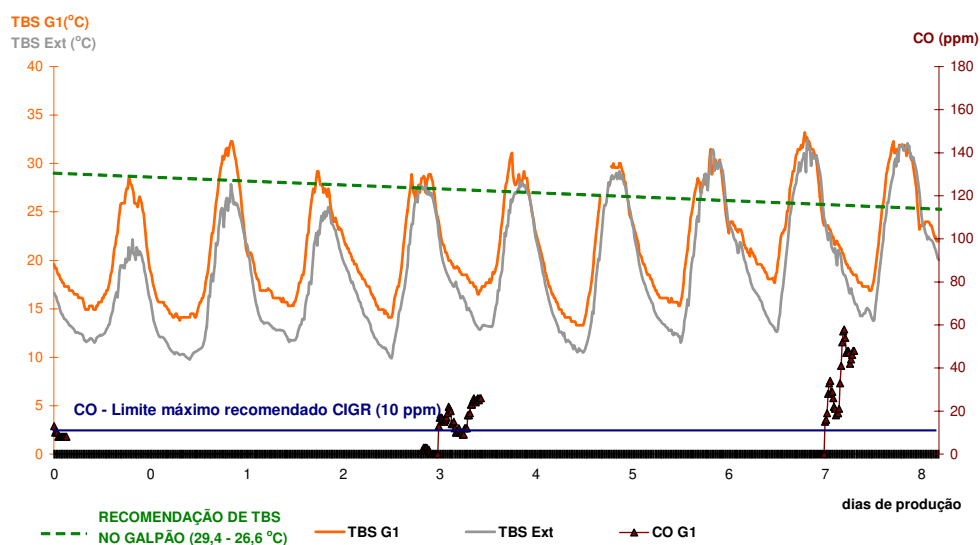


Figura 71. Curva de concentração de monóxido de carbono no ar versus temperaturas para a época de frio no galpão convencional (G_1).

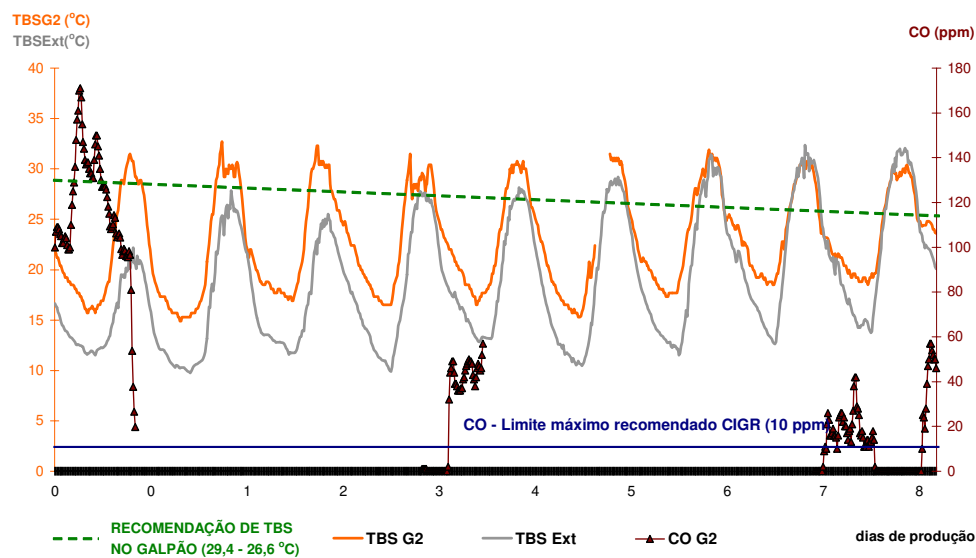


Figura 72. Curva de concentração de monóxido de carbono no ar versus temperaturas para a época de frio no galpão alta densidade (G_2).

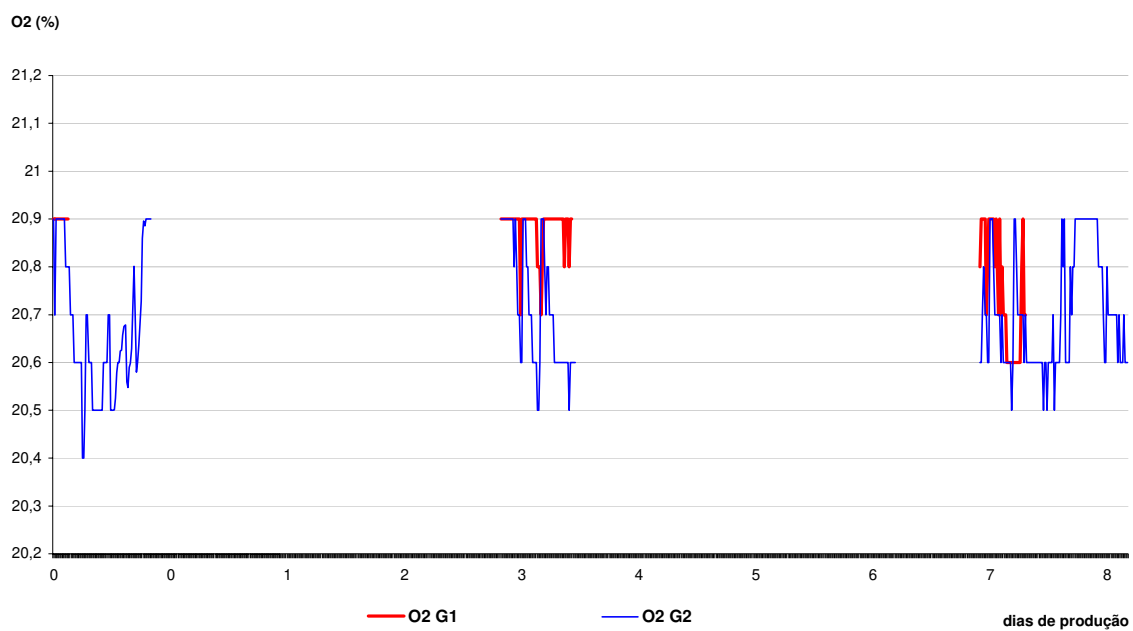


Figura 73. Oscilações nas concentrações de oxigênio em períodos noturnos, na época de frio.

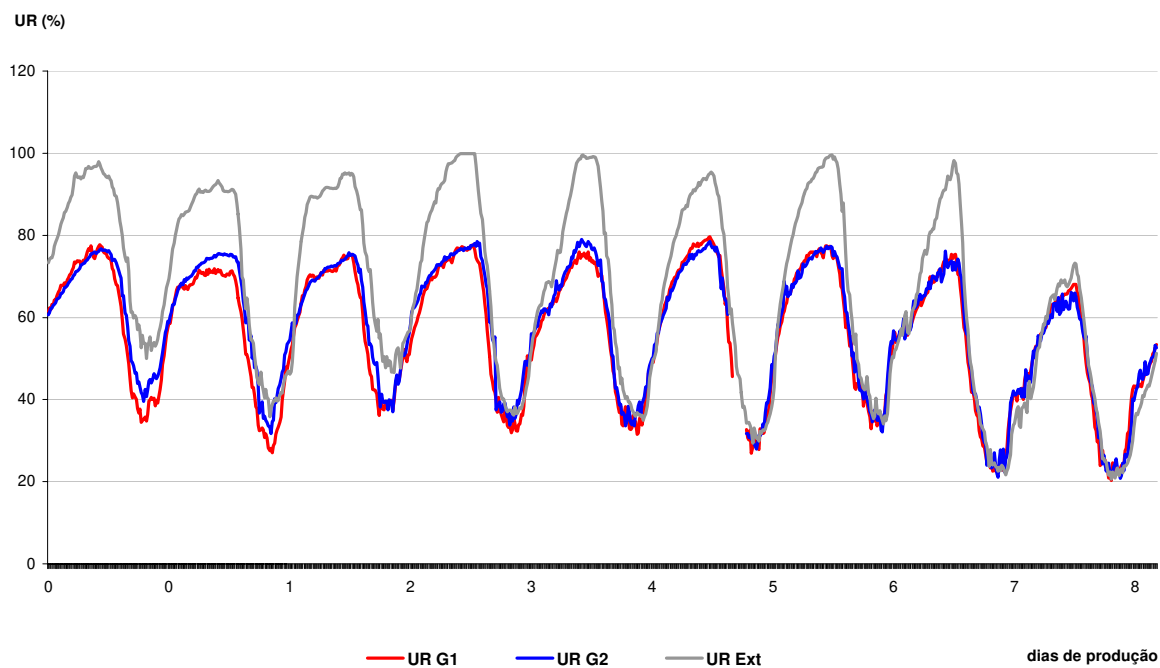


Figura 74. Curvas diárias de umidade relativa no ar, na época de frio.

Já para o galpão G₂ (Figura 72), a TBS interna manteve-se em média, cerca de 4,4°C acima das condições noturnas externas, porém não atingiu em nenhum dos dias analisados, a temperatura recomendada para pintainhos (CONY & ZOCHE, 2004) estando em média, cerca de 8,23 °C abaixo do ideal.

Pelo teste de Kruskal-Wallis não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5% entre os valores de concentração de CO no ar ($p = 0,085$), UR do ar ($p = 0,653$) e VAR ($p = 0,906$) entre os dois galpões (Tabela 24).

Tabela 24. Resultados das condições bioclimáticas internas nas condições de frio.

Galpão	TBS (°C)			UR (%)			VAR (m/s)	
	Média±DP	Mínima	Máxima	Média±DP	Mínima	Máxima	Média±DP	Máxima
G ₁	21,34±0,35	16,50	29,60	54,51±1,28	24,50	76,00	0,00±0,00	0,20
G ₂	22,25±0,34	16,50	30,40	55,54±1,28	22,40	79,00	0,00±0,00	0,59

Sendo: DP =Desvio Padrão.

No entanto, foram encontradas diferenças significativas entre os níveis de O₂ no ar (%), sendo a mediana no galpão G₁ (20,9 %) inferior ao encontrado no galpão G₂ (20,7%) – Figura 73. Estes valores encontram-se dentro dos limites de boa qualidade do ar, em que a concentração mínima prevista é de 19,5%; abaixo desta concentração a atmosfera passa a apresentar risco (ACGIH, 2001).

Do teste de correlação de Pearson, foram encontradas correlações altamente significativas ($p\text{-valor} \leq 0,05$) entre a concentração de CO (ppm) e O₂ (%), TBS (°C) e UR (%), no entanto, em nenhuma delas foram encontradas associações de interesse em que uma variável tivesse correspondência em outra, acima de 80% (Tabela 25). Os valores de UR do ar estiveram bastante próximos nos dois galpões estudados (Figura 74).

Tabela 25. Teste de Correlação entre resultados de gases e variáveis bioclimáticas nos dois galpões, na época de frio.

Teste de Correlação (Pearson) – Condição de frio				
	VAR	UR	TBS	O ₂
UR	-0,157 0,020			
TBS	0,200 0,003	-0,879 0,000		
O ₂	0,098 0,148	-0,119 0,078	0,199 0,003	
CO	-0,095 0,162	0,467 0,000	-0,459 0,000	-0,202 0,003
Conteúdo da Célula: Correlação p-valor				

5.4.2.2 Época de Calor

Os valores dos lotes 8 (outubro 2003) e 9 (janeiro 2004) foram obtidos do dia zero de chegada dos pintainhos ao 12º dia de produção. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 27 e nas Figuras 75 e 76.

Tabela 26. Resultados das concentrações de gases no ar em condições de calor.

Galpão	Monóxido de Carbono (ppm)			Oxigênio (%)		
	Média ± DP	Mediana	Máxima	Média ± DP	Mediana	Mínima
G₁	14,22 ± 0,61*	9,00	52,00	20,9 ± 0,001*	20,9*	20,6
G₂	23,86 ± 1,04*	16,50	91,00	20,8 ± 0,00*	20,9*	20,6

Sendo: DP = Desvio Padrão. * - significativo ao nível de 5% pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis.

Os valores encontrados de concentração de CO no ar, nas condições de calor foram inferiores aos do frio, sendo as médias de 14,22 ppm para o galpão G₁ e 23,86 ppm para o galpão G₂, e com máximas de 52 ppm e 91 ppm, respectivamente.

A variação da TBS interna ocorreu segundo as variações da TBS externa no galpão G₁ e manteve seus valores cerca de 3,13 °C, em média, acima das condições externas durante o

período noturno e 3,40 °C abaixo das condições recomendadas para o mesmo período por Cony & Zocche (2004), partindo-se de temperaturas de 29,4 °C a 25,0 °C no galpão, para as duas primeiras semanas de produção.

A mesma variação para o galpão G₂ foi de 2,9 °C entre a TBS interna e externa e de 3,6°C entre a TBS interna e a temperatura de recomendação durante o período noturno para as duas primeiras semanas.

O teste comparativo entre as variáveis mostrou que existem diferenças significativas ao nível de 5% entre os galpões para a concentração de CO no ar ($p = 0,00$), O₂ ($p = 0,00$), TBS do ar ($p = 0,008$) e UR do ar ($p = 0,039$). Somente para VAR, os dois galpões não diferiram significativamente ($p = 0,62$), sendo observados valores nulos durante todo o período noturno.

Tabela 27. Resultados das condições bioclimáticas internas nas condições de calor.

Galpão	TBS (°C)			UR (%)			VAR (m/ s)	
	Média ± DP	Mínima	Máxima	Média ± DP	Mínima	Máxima	Média±DP	Máxima
G ₁	25,90±0,16	13,00	35,00	69,86±0,56	25,90	99,9	0,06±0,01	0,70
G ₂	26,10±0,14	12,40	33,60	68,94±0,55	26,00	99,9	0,05±0,00	0,56

Sendo: DP = Desvio Padrão.

Do teste de correlação de Pearson, foram encontradas correlações altamente significativas ($p\text{-valor} \leq 0,05$) entre a concentração de CO (ppm) e O₂ (%), TBS (°C) e UR (%), no entanto, tal qual obtido nas condições de frio, em nenhuma delas foram encontradas associações de interesse em que uma variável tivesse correspondência em outra, acima de 80%, como pode ser visto na Tabela 28.

A concentração de oxigênio no ar oscilou entre 20,6 a 21,2% neste período, não implicando em risco às aves, visto que o limite inferior de explosividade do ar gira em torno de 19% e o limite fisiológico, de 16%, e devido à pior condição de vedação, foram observados maiores valores do galpão G₁ (Figura 77).

A velocidade do ar dentro dos galpões tende a ser crescente com o passar dos dias, durante o período diurno, acompanhando o manejo de cortinas, e permanece próximo a zero no período noturno. A Figura 78 ilustra o incremento desta ventilação sanitária durante o dia que promove a remoção de gases tóxicos e umidade acumulados durante o período noturno.

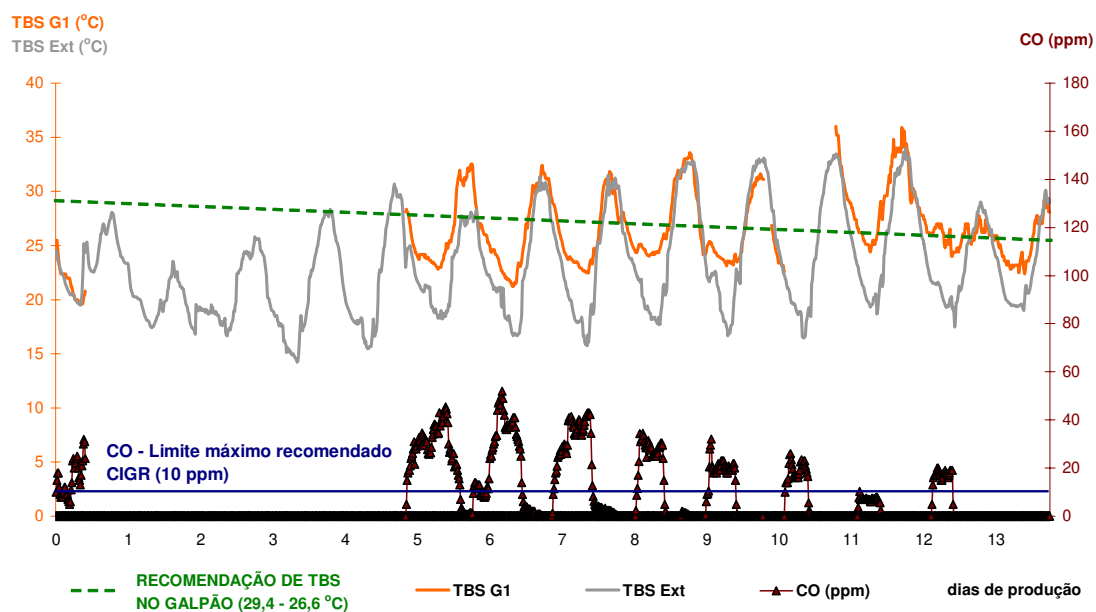


Figura 75. Curva de concentração de monóxido de carbono no ar *versus* temperatura para a época de calor, no galpão convencional (G₁).

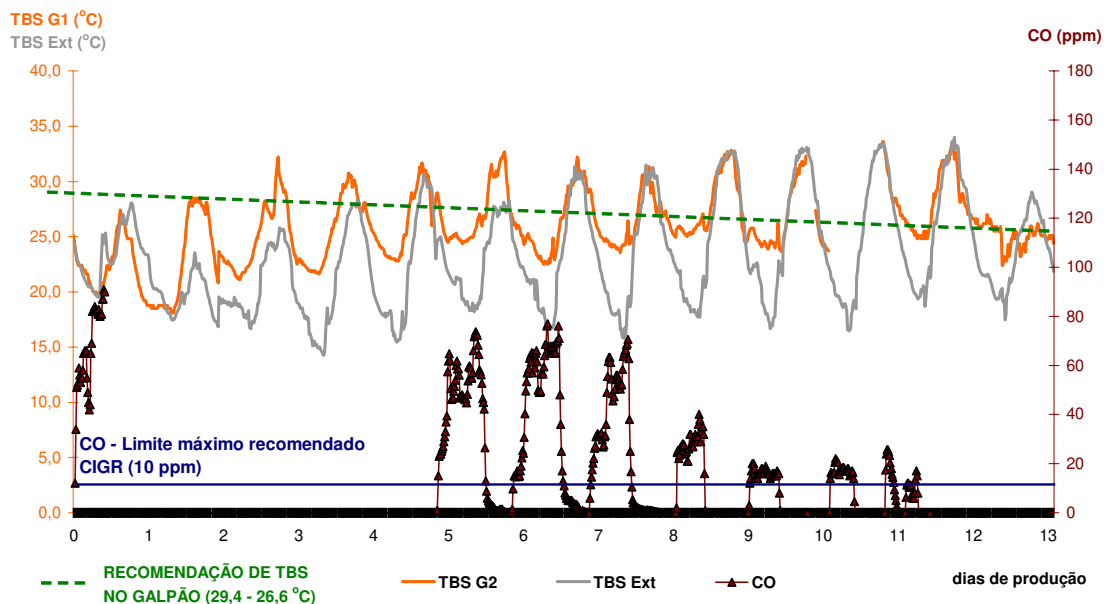


Figura 76. Curva de concentração de monóxido de carbono no ar *versus* temperatura para a época de calor, no galpão alta densidade (G₂).

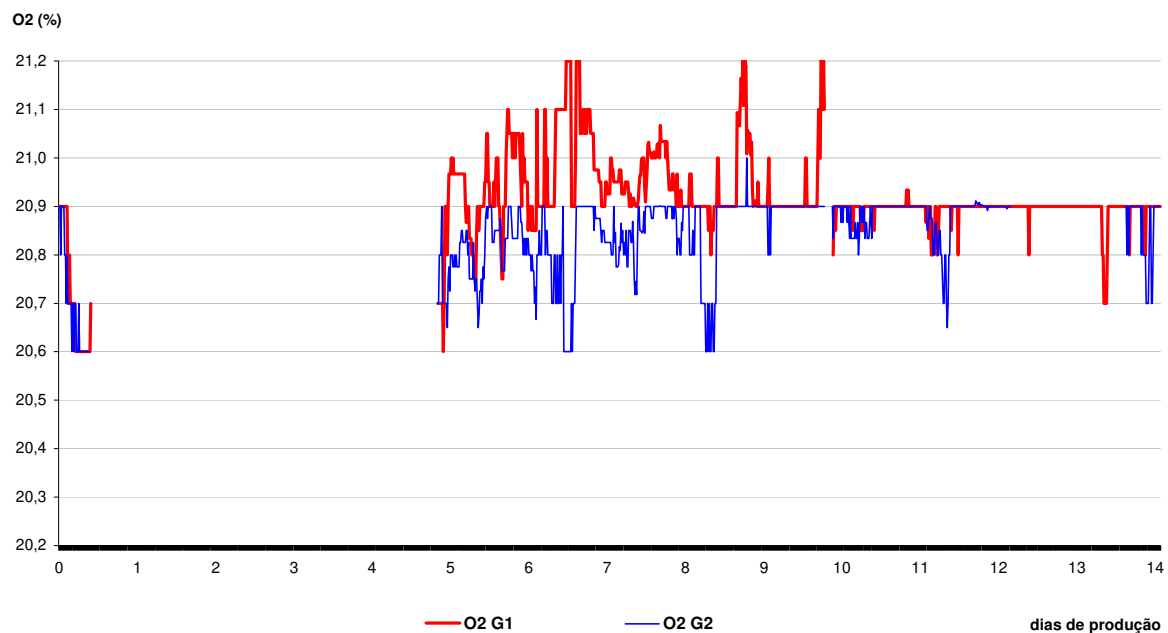


Figura 77. Concentração de oxigênio no ar na fase de aquecimento, durante época de calor.

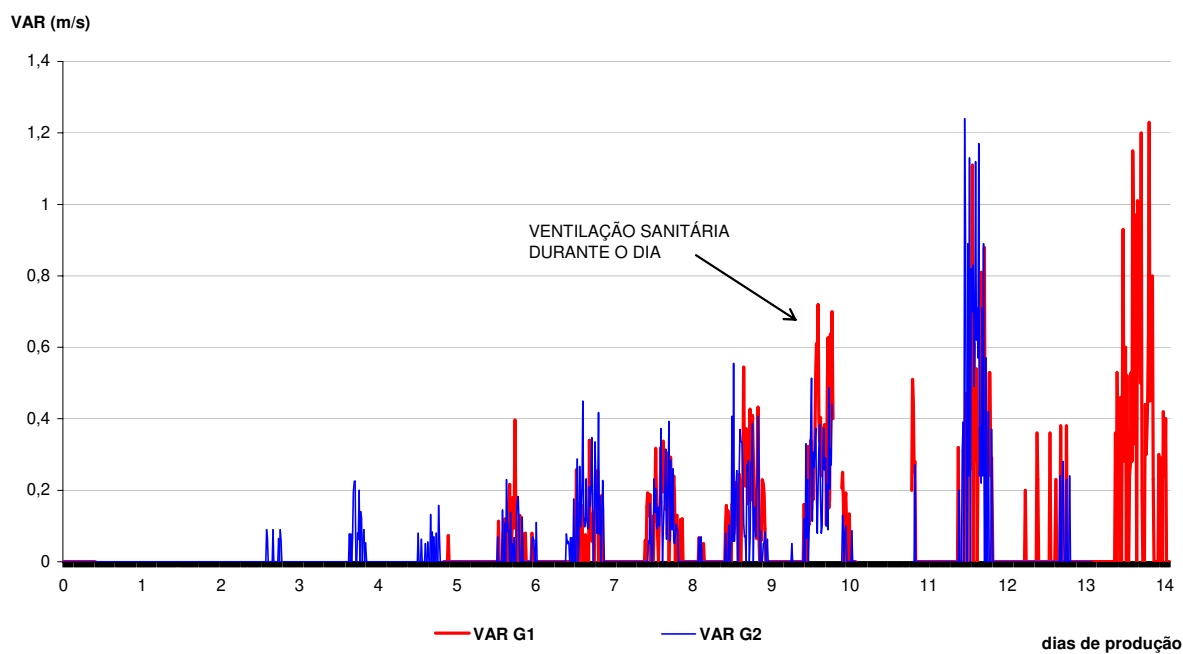


Figura 78. Resultados de velocidade do ar, indicando a ventilação somente no período diurno na fase de aquecimento de pintainhos, durante época de calor.

Tabela 28. Teste de Correlação entre resultados de gases e variáveis bioclimáticas nos dois galpões, na época de calor.

Teste de Correlação (Pearson) – Condição de calor				
	VAR	UR	TBS	O2
UR	-0,494 0,000			
TBS	0,514 0,000	-0,937 0,000		
O2	0,247 0,000	-0,304 0,000	0,324 0,000	
CO	-0,404 0,000	0,505 0,000	-0,494 0,000	-0,408 0,000
Conteúdo da Célula: Correlação p-valor				

Portanto, as condições da qualidade do ar fornecidas durante a fase de aquecimento utilizando-se de campânulas a gás GLP não estiveram dentro das recomendações internacionais máximas de 10 ppm (CIGR, 1989), chegando a ultrapassar em 10 vezes este limite nas condições de frio, sem contudo atender plenamente as necessidades de conforto térmico dos pintainhos, indicando uma baixa eficiência deste sistema.

Quanto às questões de segurança do trabalhador, os valores encontrados de concentração de monóxido de carbono estão acima dos limites máximos de 25 ppm da ACGIH (2001) e de 50 ppm para a NIOSH (OSHA, 1994) previstos para 8h trabalho/dia. No entanto, estes limites não podem ser aplicados para este caso, pois durante o período noturno, não existem trabalhadores dentro dos galpões, sendo o monitoramento feito apenas por uma visita noturna de 30min para manejo de bicos de campânulas que tenham se desligado e de cortinas, para renovação do ar.

5.4.3 Outros gases

Os demais gases avaliados durante as duas condições de produção, não refletiram em resultados representativos. As leituras de LEL (gases explosivos) durante a fase de aquecimento

no período noturno foram nulas, apesar de olfato humano identificar o vazamento de gás GLP próximo às campânulas. As leituras de NO e CH₄ nas fases finais, foram em sua maioria, nulas. Uma das razões para baixas concentrações de metano em galpões de produção de frangos de corte, seria o crescimento mais demorado das bactérias metanogênicas no processo de degradação da cama-de-frango (PAULA JUNIOR, 2004). Estas leituras determinam a baixa sensibilidade do equipamento para detecção de baixas concentrações destes gases. O olfato humano tem a capacidade de detecção de alguns gases, na ordem de ppb (parte por bilhão no ar) e o equipamento utilizado neste estudo (Multilog 2000), tem a capacidade de detecção a partir de ppm (parte por milhão no ar).

O gás CO₂ não pode ser avaliado durante o período noturno, complementando as leituras de CO, em função da sua não automatização que requer a presença de pessoa habilitada para a coleta manual instantânea. Desta forma, foram tomadas medidas aleatórias durante alguns dias em lotes diversos e em todas as ocasiões, a concentração foi igual ou inferior a 1000 ppm no ar. A concentração habitual de CO₂ na atmosfera, encontra-se em 500 a 750 ppm. Desta forma, a concentração do gás não representou situações de risco, tanto para os animais quanto para os trabalhadores, visto que para ambas as situações, o limite máximo está situado em 3000 ppm e 5000 ppm, respectivamente.

O monitoramento da emissão de CO₂ no ar a partir das instalações de produção animal é de fundamental indicação para estudos futuros, visto que atua como indicador de emissão de gases através do balanço de massas. Para tanto, recomenda-se a aquisição de equipamentos automatizados de medição contínua acoplados a uma estação meteorológica.

5.5 NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA

Os resultados dos três estudos pilotos são apresentados a seguir.

5.5.1 Piloto 1

Os resultados obtidos neste estudo (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2002) são ilustrados na Figuras 79 e 80. O ruído de fundo foi em média, de 41 dBA para o galpão G₁ e 42 dBA para o galpão G₂, passando a 71 dBA com o acionamento dos equipamentos nas duas situações. Concluiu-se neste estudo, que as diferenças nos sistemas de ventilação para dois manejos de produção, convencional e em alta densidade populacional, não refletiram em diferenças nos níveis de pressão sonora dentro dos galpões. As condições encontradas estão de acordo com a legislação vigente no país, não caracterizando esta situação como insalubre para o trabalhador.

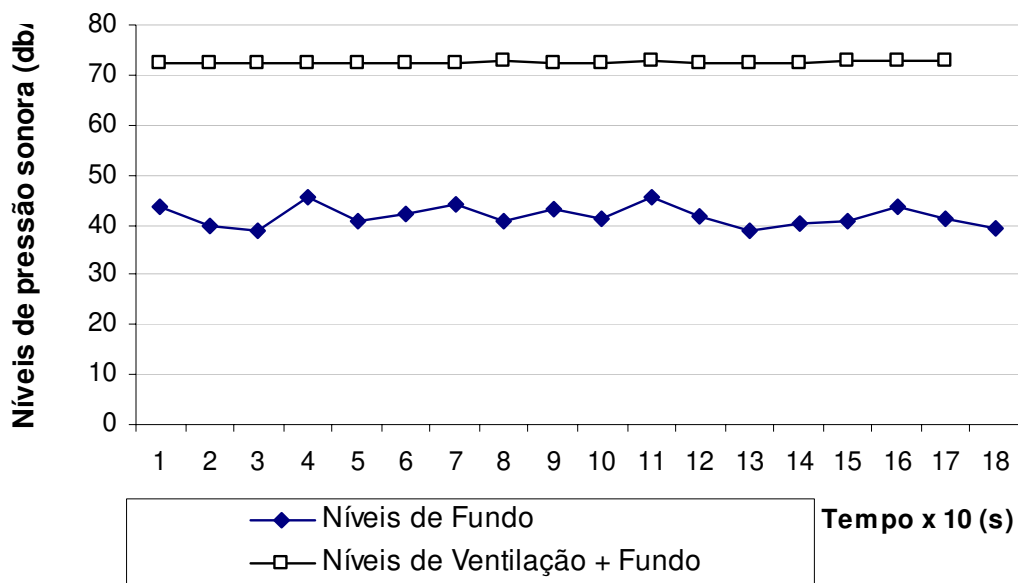


Figura 79. Resultados da avaliação piloto dos níveis de pressão sonora (dBA) no galpão convencional (G₁), durante vazão sanitário (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2002).

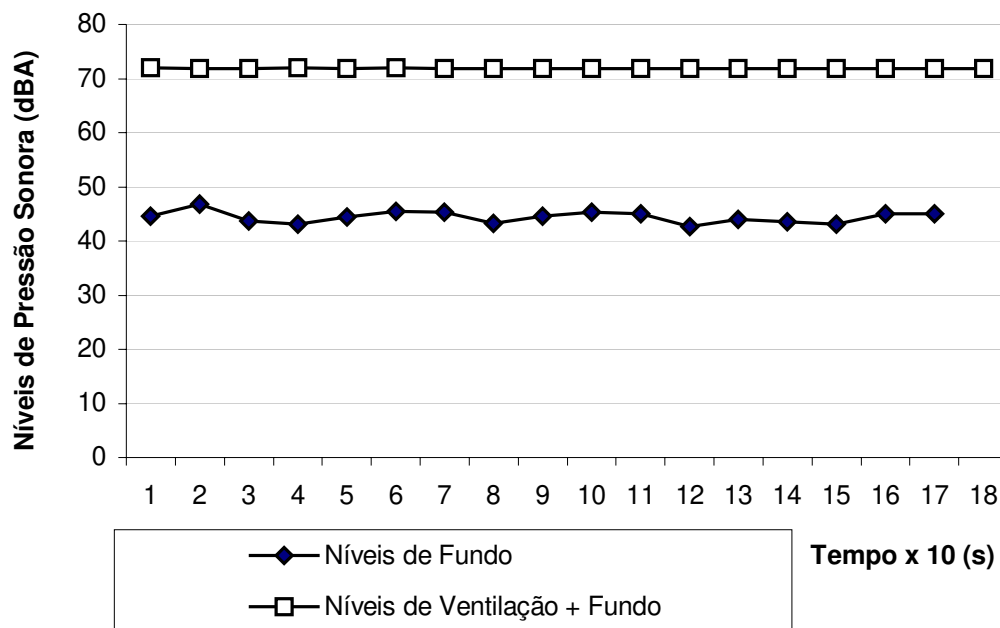


Figura 80. Resultados da avaliação piloto dos níveis de pressão sonora (dBA) no galpão de alta densidade (G₂), durante vazio sanitário (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2002).

5.5.2 Piloto 2

Os resultados gráficos deste estudo (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2005) são apresentados na Figura 81. Concluiu-se que a geoestatística é ferramenta que auxilia na compreensão das relações espaciais entre variáveis ambientais internas, otimizando soluções e restringindo as ações pontualmente, que no caso, se traduz nas proximidades das cabeceiras do galpão, onde foram observados maiores valores de TBS (34,80°C), luminosidade (4450 lux) e níveis sonoros, (77,30 dBA) em função da vocalização dos animais (Tabela 29).

Estes resultados sugerem estudos complementares futuros de associação das diversas variáveis em um mapa indicador de estresse e o estudo paralelo da distribuição espacial das variáveis produtivas, principalmente, da morte súbita em machos da 6ª semana de produção na época de calor.

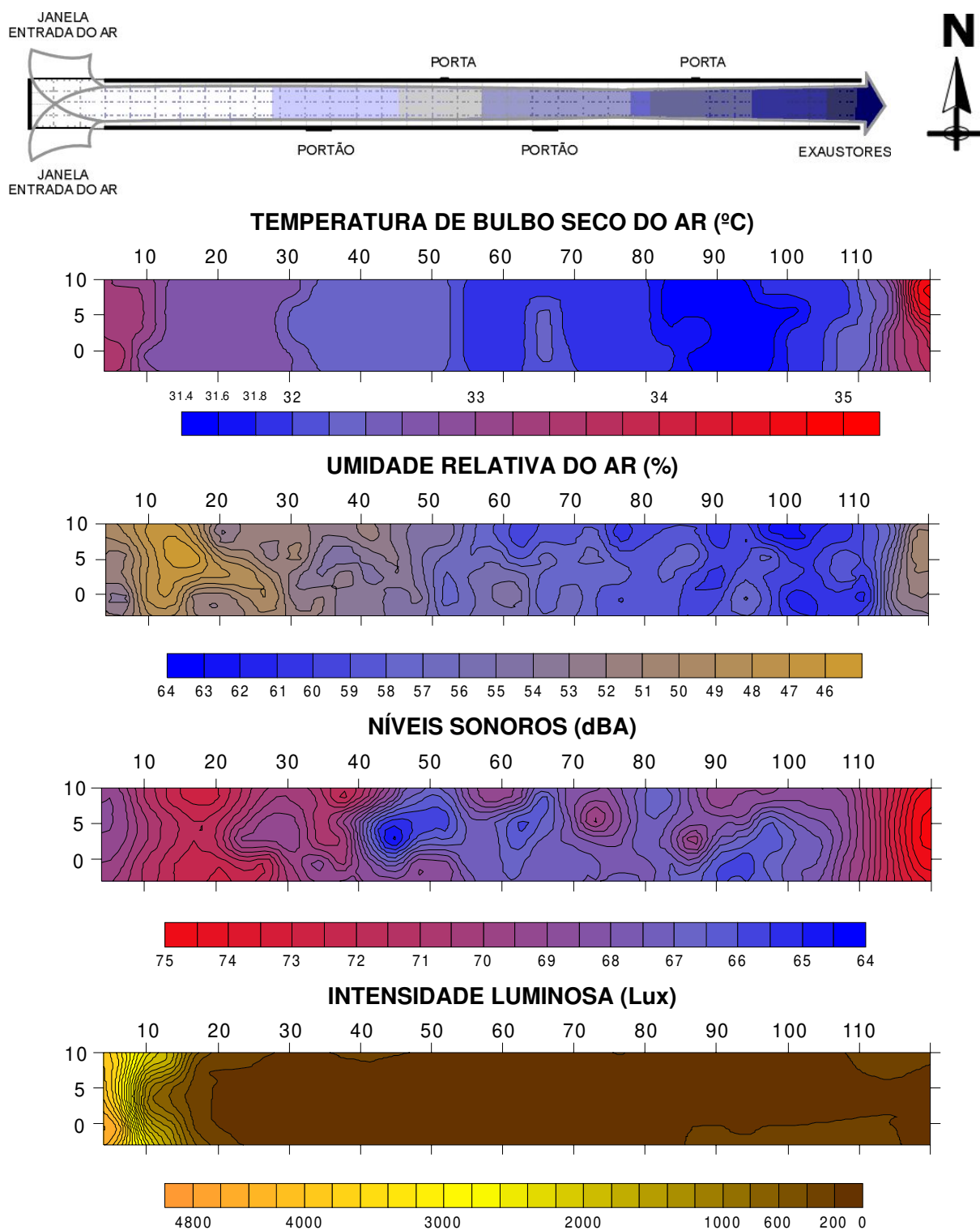


Figura 81. Resultados obtidos pela análise de geoestatística de condições de estresse em galpão de produção de frangos de corte – estudo piloto (MIRAGLIOTTA *et al.*, 2005).

Tabela 29. Resultados de estudo piloto de avaliação espacial da distribuição das condições internas em galpão de produção de frangos de corte em alta densidade.

Variável	Nº pontos	Mínimo	Máximo	Média	Variância
TBS (° C)	132	31,50	34,80	32,26	0,3343
UR (%)	132	46,20	63,70	56,21	18,2386
Vel.do Ar (m/s)	132	0,00	2,53	1,43	0,2432
Ruído (dBA)	132	59,60	77,30	69,00	11,7977
Luz (Lux)	132	38,00	4450,00	308,78	47.230,3532

5.5.3 Piloto 3

A partir da gravação e digitalização dos sons emitidos pelos pintainhos de 1 dia na câmara semi-aneecóica, foram gerados os espectrogramas de cada piado com o auxílio do programa *Adobe Audition 1.5* e os histogramas, pelo *Praat*. Os piados analisados nos espectrogramas e histogramas foram escolhidos segundo a intensidade de cada um, sendo que nos sons de maior intensidade, as características principais da onda foram mais evidentes.

As Figuras 82 e 83 ilustram os primeiros resultados obtidos. Inicialmente, verificou-se que para espectrogramas na mesma escala, a duração dos piados de machos tendeu a ser maior que a de fêmeas, principalmente para as baixas frequências.

Da análise do espectrograma, procurou-se verificar a existência dos fenômenos de vocalização em “duas vozes”, tais quais encontradas entre pingüins (AUBIN, 2004), e neste caso, aplicada entre pintainhos machos e fêmeas. Decidiu-se portanto, por isolar o som relativo à frequência dominante dos piados, frequência esta, situada abaixo de 6000 Hz a partir do espectrograma, obtendo-se os histogramas das Figuras 84 e 85.

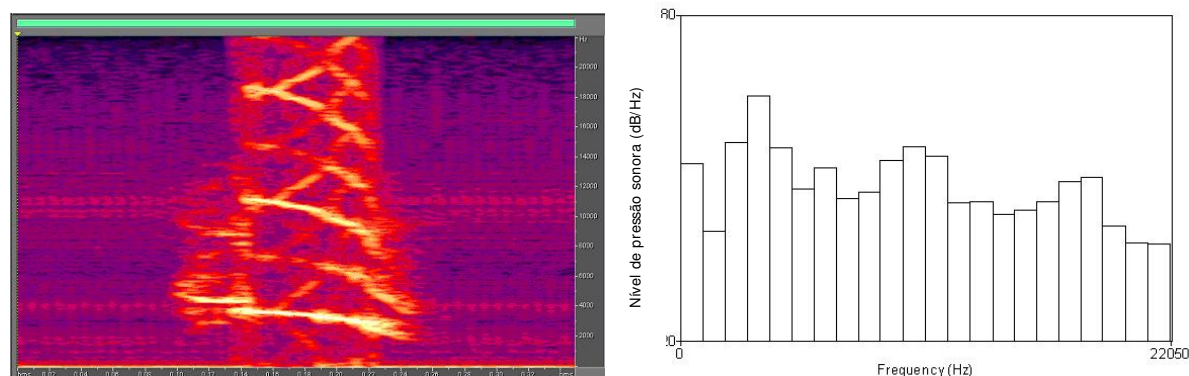


Figura 82. Sonograma de piado de pintainho fêmea de 1 dia.

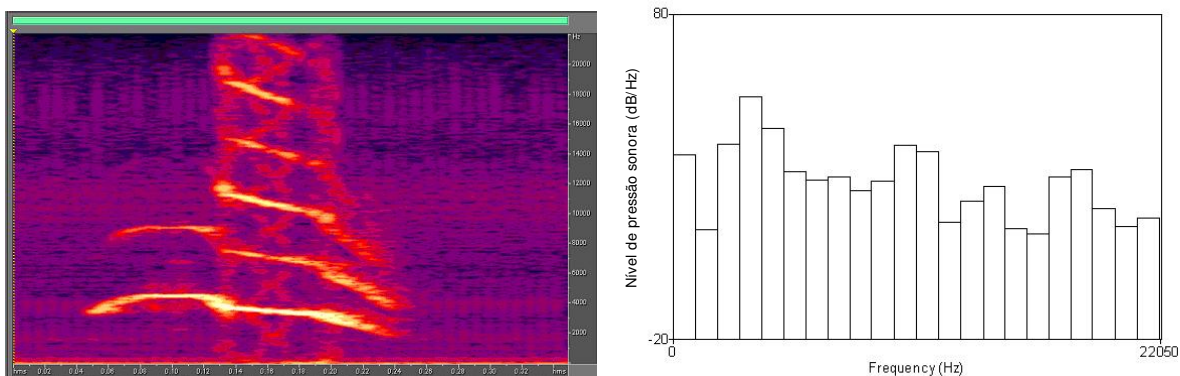


Figura 83. Sonograma de piado de pintainho macho de 1 dia.

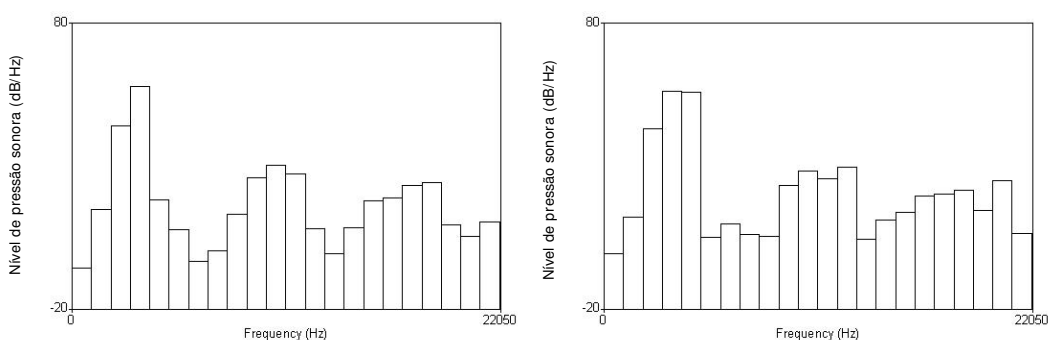


Figura 84. Histogramas das freqüências dominantes de piados de fêmeas.

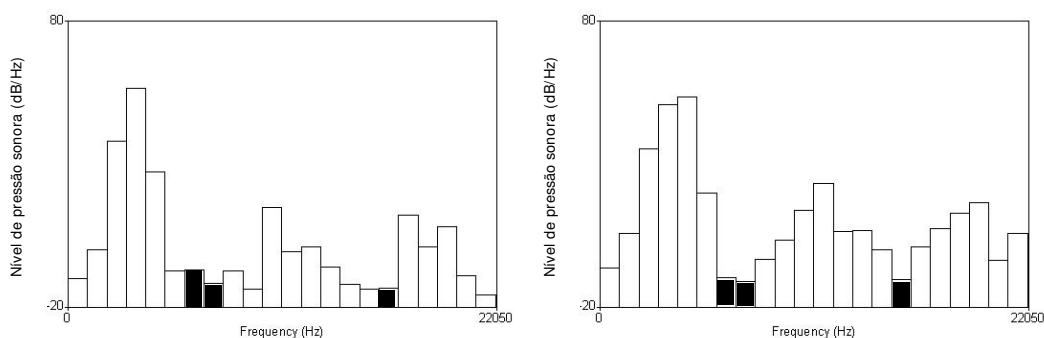


Figura 85. Histogramas das freqüências dominantes de piados de machos indicando as freqüências com intensidades distintas dos piados de fêmeas.

A partir dos histogramas, observou-se que os pintainhos machos apresentaram um declínio na amplitude da pressão sonora nas freqüências entre 6300 e 8175 Hz e entre 15000 e 16750 Hz, o que seria sugestivo de diferenciações entre estes e as fêmeas.

Comparativamente ao estudo de Mair *et al.* (2000), no qual os picos de frequência foram encontrados em 7 kHz na avaliação de som ambiental de um lote de pintainhos submetidos a estresse por ausência de luz, foram encontradas as maiores amplitudes em frequências próximas a 3,5 a 5 kHz. Deve-se, no entanto, fazer uma distinção clara entre a avaliação de som ambiental produzido por grupo de animais e a avaliação da vocalização de animal isolado, em condições apropriadas, próximas a microfone, como foi realizado neste estudo.

Estudos de vocalização entre aves silvestres são, na sua grande maioria, realizados para a pesquisa da comunicação e expressão entre adultos, ou entre adultos e filhotes (MARÍÑO, 1989). Desta maneira, a análise de diferenciações específicas para machos e fêmeas de pintainhos com um dia, demandam estudos científicos futuros de particularidades de sons, exigindo equipamentos mais sensíveis, filtragens específicas e metodologias de análise de sinais que não apenas os espectrogramas, usualmente aplicados.

5.6 VARIÁVEIS DE PRODUÇÃO

5.6.1 Peso

Constatada a distribuição não normal dos dados de peso, segundo Anderson-Darling por serem acumulativos, partiu-se para testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis, a partir dos quais foram verificadas as diferenças entre: galpões (G_1 e G_2), semanas de produção (1 a 5), setores dentro de cada galpão (leste, centro e oeste), sexo (machos e fêmeas) e lotes (1 a 9, de 07/2002 a 01/2004, exceto lote 6).

Inicialmente, foi analisada a existência de diferença entre lotes de produção ao longo de dois anos de acompanhamento da produção e ao nível de 5% de significância, encontrou-se diferença entre os lotes conforme ilustra a Figura 86. Em abril de 2003, observou-se um incremento na mortalidade inicial e refugagem de pintainhos, que passaram a apresentar quadro respiratório característico de intensa reação vacinal associado à patologia de etiologia desconhecida que afetou a granja gradativamente. O núcleo onde se localizavam os dois galpões do estudo foi afetado em meados daquele ano, a partir do lote 6, o que promoveu uma queda nos índices produtivos nos lotes subsequentes.

Considerando que se tratou de um estudo de campo, onde estas e várias outras variáveis não puderam ser fixadas e são partes inerentes do todo, decidiu-se por manter a avaliação conjunta dos lotes dentro do prazo total do estudo. Não foi possível pesar as aves na última semana de produção (35º dia) do lote 6.

Para o conhecimento mais aprofundado das variações de peso ao longo de um lote de produção, as mesmas fontes de variações foram analisadas pelas semanas.

5.6.1.1 Diferenças entre machos e fêmeas

A linhagem AgRoss utilizada pela granja é produto destinado a empresas que transformam o frango em alimento com maior valor agregado e de alta conveniência para o consumidor final. Como características, possui maior rendimento de carcaça e peito que os frangos atuais, o que representa pelo menos 0,5% a mais de carne de peito. Na sua tabela de desempenho padrão, são apresentados valores idênticos de peso corporal na primeira semana de produção, tanto para lotes de produção exclusivos de machos, quanto para fêmeas, correspondente a 164g. Nos lotes mistos, este valor passa a 167g, maior que em lotes sexados .

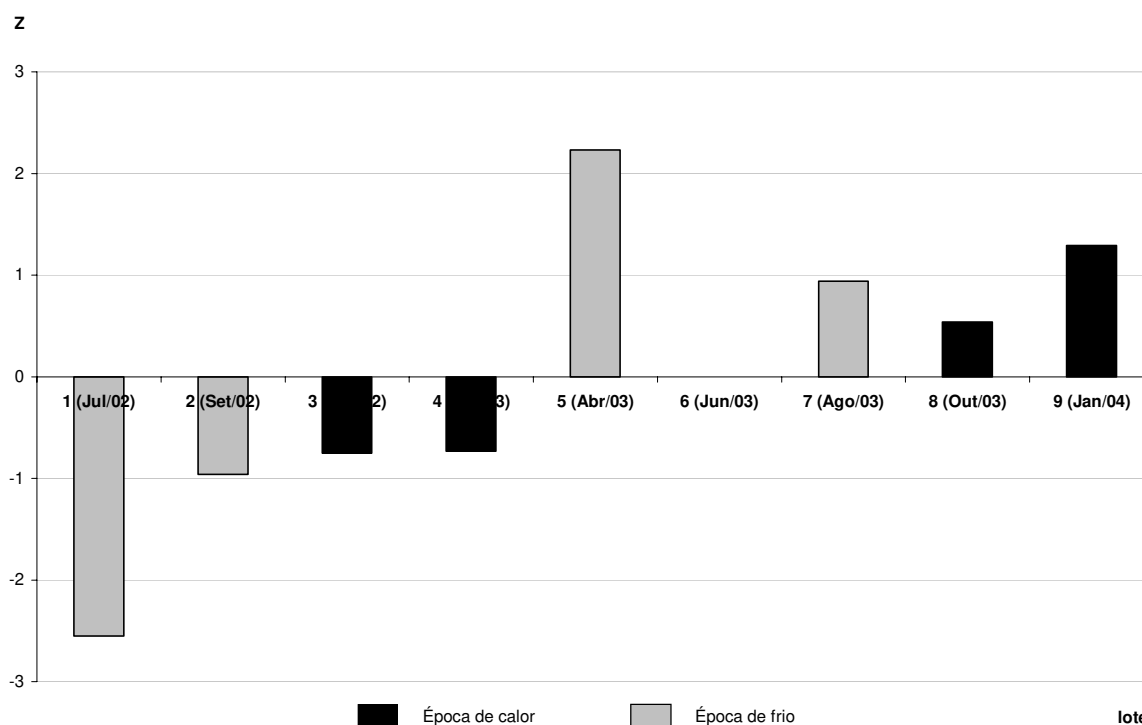


Figura 86. Teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, de comparação do peso das aves na 5ª semana de produção nos oito lotes estudados, em diferentes épocas do ano.

Neste estudo, foram observadas diferenças significativas entre machos e fêmeas, porém as fêmeas apresentaram-se mais pesadas na primeira semana de produção (7º dia de produção), foram similares aos machos na segunda semana (14º dia de produção) e a partir de então, machos foram mais pesados que fêmeas, como previsto geneticamente. Ao longo de todos os lotes de produção, os valores encontrados a campo apresentaram-se a partir da segunda semana, inferiores ao desempenho padrão da linhagem. Os resultados são apresentados na Tabela 30 e as análises estatísticas para esta variável são apresentadas em Anexos 8.2.6.1.

Tabela 30. Resultados de desempenho de machos e fêmeas nos 9 lotes estudados.

IDADE (Semanas)	Peso Padrão (Lote Misto)	Machos (g)	Fêmeas (g)	Significância
1ª	167	170,7	178,8	* (P= 0,050)
2ª	429	401,7	411,5	N.S. (P= 0,832)
3ª	820	785,0	740,4	** (P= 0,002)
4ª	1316	1228,0	1206,0	* (P= 0,015)
5ª	1882	1792,0	1625,0	** (P= 0,000)

Sendo: * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, N.S.= Não Significativo; P = Nível de Significância; Áreas hachuradas- maiores valores observados para uma mesma semana.

5.6.1.2 Diferenças entre galpões

Ao se mencionar as diferenças entre galpões, ressalta-se a importância de caracterizá-los como pacotes tecnológicos em que são avaliadas as condições específicas de produção estudadas, com densidade populacional definida e sistema de manejo diferenciado.

Os resultados foram avaliados primeiramente entre os dois galpões, e posteriormente, entre os setores dentro de um mesmo galpão. Foram encontradas diferenças significativas ao nível de 1%, pelo teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, no qual o galpão G₁ apresentou valores superiores ao galpão G₂ nas duas últimas semanas de produção (21º e 35º dias de produção). Os resultados são mostrados na Tabela 31.

Tabela 31. Resultados das medianas de ganhos de peso das aves nos dois galpões estudados.

IDADE (Semanas)	Peso Padrão (g) (Lote Misto)	G₁ (g)	G₂ (g)	Significância
1^a	167	175,8	173,8	N.S. (P= 0,924)
2^a	429	401,7	407,9	N.S. (P= 0,595)
3^a	820	757,6	739,8	N.S. (P= 0,173)
4^a	1316	1241	1179	** (P= 0,001)
5^a	1882	1753	1692	** (P= 0,006)

Sendo: * - significativo ao nível de 5%; ** - significativo ao nível de 1%, N.S.= Não Significativo; P = Nível de Significância; Áreas hachuradas - maiores valores de medianas observados para uma mesma semana.

Na avaliação de diferenças nos pesos de aves dos três setores de um mesmo galpão, não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados para ambos os galpões, porém observou-se uma clara tendência de “comportamento” de valores nos dois galpões, apresentados nas Tabelas 32 e 33.

Em ambos os galpões, observaram-se maiores valores de peso das aves na primeira semana no setor oeste que recebe maior carga térmica durante o período vespertino e partir de então, o galpão G₁ passou a apresentar maiores valores no setor centro até o final da avaliação (35º dia de produção). O galpão G₂ apresentou os maiores valores de mediana no setor oeste até a 4ª semana de produção, quando passou a apresentar o menor deles na 5ª semana.

Tabela 32. Ganho de peso acumulado das aves pelas medianas, nos três setores do Galpão G₁

IDADE (Semanas)	Leste	Centro	Oeste	Significância
1^a	175,3	176,8	177,4	N.S. (P= 0,958)
2^a	397,0	409,8	403,6	N.S. (P= 0,881)
3^a	753,4	758,1	757,6	N.S. (P= 0,929)
4^a	1239,0	1243,0	1241,0	N.S. (P= 0,825)
5^a	1761,0	1771,0	1728,0	N.S. (P= 0,948)

Sendo: N.S.= Não Significativo; P = Nível de Significância; Áreas hachuradas - maiores medianas observadas para uma mesma semana.

Tabela 33. Ganho de peso acumulado das aves pelas medianas, nos três setores do Galpão G₂.

IDADE (Semanas)	Leste	Centro	Oeste	Significância
1^a	171,1	173,3	177,6	N.S. (p= 0,929)
2^a	406,1	397,9	412,2	N.S. (p= 0,668)
3^a	745,9	717,4	760,3	N.S. (P= 0,708)
4^a	1175,0	1166,0	1210,0	N.S. (P= 0,628)
5^a	1714,0	1695,0	1636,0	N.S. (P= 0,412)

Sendo: N.S.= Não Significativo; P = Significância ; Áreas hachuradas- maiores medianas observadas para uma mesma semana.

5.6.1.3 Diferenças entre épocas

Os lotes estudados foram divididos em duas épocas de acordo com as condições climáticas do ano: calor e frio.

Pelo teste de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de significância, os maiores ganhos de peso final (medianas) são observados para machos do galpão G₁, tanto no calor quanto no frio e setorialmente, no setor leste para épocas de calor e com predominância do setor centro nas épocas de frio (Figura 87).

Analisando contrariamente, procurou-se determinar o setor com menor peso acumulado nas mesmas condições e esta determinação foi estatisticamente significativa apenas nas 3^a e 5^a semanas de produção, fornecendo um indicativo dos setores que merecem mais atenção por parte do produtor, para otimização da sua produção (Tabela 34).

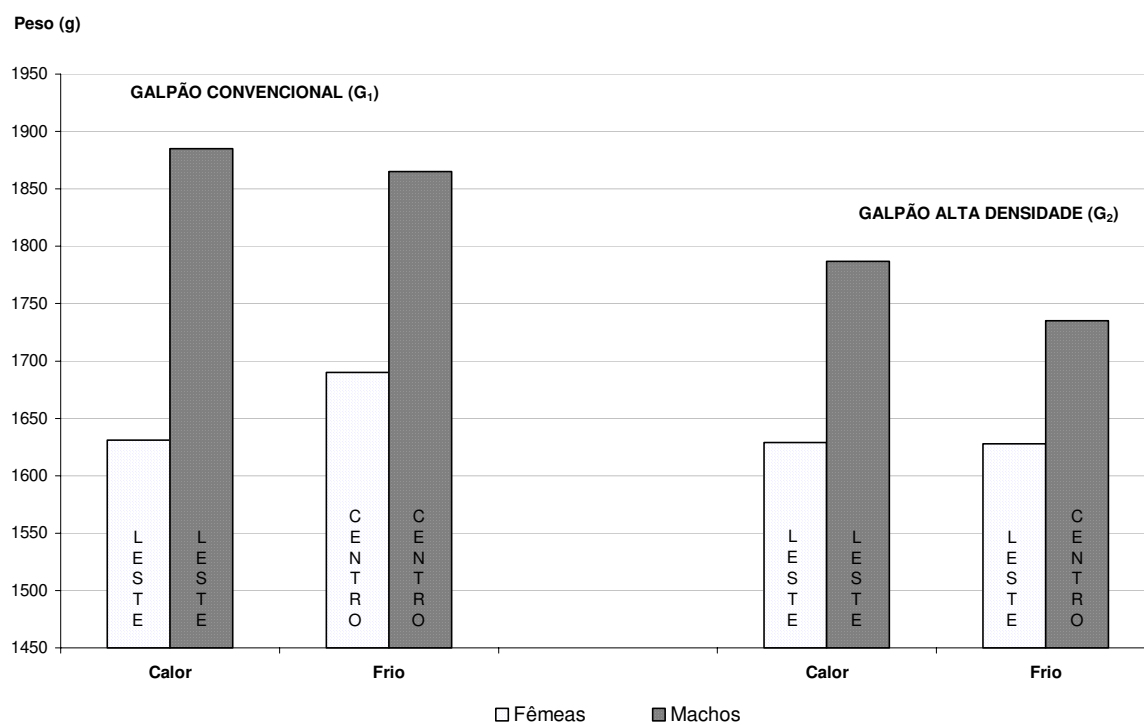


Figura 87. Maiores ganhos de pesos finais das aves (g) – comparativo das medianas entre galpões, épocas e setores, na 5ª semana de produção.

Tabela 34. Menor ganho de peso acumulado (medianas) – setores do galpão G₁.

IDADE (Semanas)	PESO MÉDIO DAS AVES (g) – MENORES VALORES ACUMULADOS			
	CALOR		FRI O	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
1ª	Centro (182,9)	Leste (187,5)	Leste (150,1)	Centro (173,4)
2ª	Centro (413,7)	Leste (414,2)	Leste (379,3)	Centro (376,3)
3ª	Centro (857,1)*	Centro (763,7)*	Oeste (728,2)*	Centro (731,8)*
4ª	Oeste (1307,0)	Centro (1217,0)	Centro/Oeste (1232,0/1218,0)	Leste (1171,0)
5ª	Oeste (1848,0)*	Centro (1619,0)*	Leste (1787,0)*	Leste (1587,0)*

Sendo: * = Significativo ao nível de 1% pelo teste de Kruskal-Wallis. Áreas hachuradas para distinção dos setores (Leste = branco; Centro = cinza claro; Oeste = cinza escuro).

Para o galpão G₁, os resultados dão indicativos de que o pinteiro único, usualmente empregado pela avicultura industrial, deve se localizar no setor oeste, tanto em épocas de calor quanto de frio, provavelmente associado à maior incidência de raios solares neste local, crucial nos primeiros dias até o 14º dia de produção, quando os pintainhos vêm a ocupar todo o galpão. Esta consideração só vem a endossar este manejo largamente recomendado para a produção de frangos de corte, sendo interessante notar que machos e fêmeas alternaram seus menores valores entre os setores leste e centro, na dependência do período do ano.

Para a 5ª semana de produção, para esta densidade de 13 aves/m², em época de frio, o setor leste merece maior atenção por parte do produtor, seguindo a mesma regra da fase de aquecimento dos pintainhos. Pode-se supor que a carga térmica gerada pelas aves dentro do setor não impacta substancialmente, a temperatura ambiente do período de frio. Este fato não se repete no período de calor, em que se pode associar à carga térmica corporal dos frangos, a radiação incidente durante o período vespertino sobre o setor oeste, que poderiam estar refletindo negativamente sobre o ganho de peso.

No galpão G₂, o setor centro apresentou alta frequência de baixos valores de peso corporal, independente da época ou sexo das aves (Tabela 35).

Tabela 35. Menor ganho de peso acumulado (medianas) entre setores do galpão (G₂).

I D A D E (Semanas)	PESO MÉDIO DAS AVES (g) – MENORES VALORES ACUMULADOS			
	C A L O R		F R I O	
	Machos	Fêmeas	Machos	Fêmeas
1ª	Oeste (179,7)	Centro (181,1)	Centro (153,6)	Centro (165,5)
2ª	Centro (413,3)	Leste (412,3)	Centro (393,6)	Centro (374,6)
3ª	Leste* (833,1)	Centro* (742,1)	Centro* (674,6)	Centro* (709,0)
4ª	Centro (1186,0)	Centro (1184,0)	Oeste (1181,0)	Centro (1059,0)
5ª	Oeste* (1701,0)	Oeste* (1567,0)	Oeste* (1741,0)	Centro* (1581,0)

Sendo: * = Significativo ao nível de 1% pelo teste de Kruskal-Wallis. Áreas hachuradas para distinção dos setores (Leste = branco; Centro = cinza claro; Oeste = cinza escuro).

Neste caso, aconselhar-se-ia a localização do pinteiro único no setor oeste, visto que apresentou maiores valores na pesagem geral e o acompanhamento do manejo do setor centro da

1ª à 4ª semana de produção, independentemente da época do ano. Já na 5ª semana, o produtor deveria focar suas atenções sobre o setor oeste que acumula uma carga térmica interna elevada em função da quantidade de aves alojadas (18 aves/m²), do calor gerado nos demais setores que foi arrastado pelo sistema de ventilação, e finalmente, em função da radiação recebida durante o período vespertino.

5.6.2 Mortalidade

Os dados de mortalidade diária foram obtidos separadamente, para cada um dos três setores (leste, centro e oeste) de cada galpão, dos lotes 1 a 8 com exceção do lote 5. As análises foram feitas à semelhança da avaliação de ganho de peso animal, sendo primeiramente, analisada a normalidade de distribuição dos seus dados e a partir disso, a existência de diferenças entre mortalidades acumuladas entre lotes e galpões, passando então para uma análise mais detalhada dentro de cada sistema, a cada semana (1 a 7) e finalmente, estratificados em épocas de calor e frio.

Os dados de mortalidade tiveram distribuição normal dos seus valores percentuais não acumulados durante as semanas, segundo Anderson-Darling (Figura 88), no entanto, pelo fato das demais variáveis não apresentarem tal distribuição, optou-se por dar continuidade às análises pelos testes não-paramétricos.

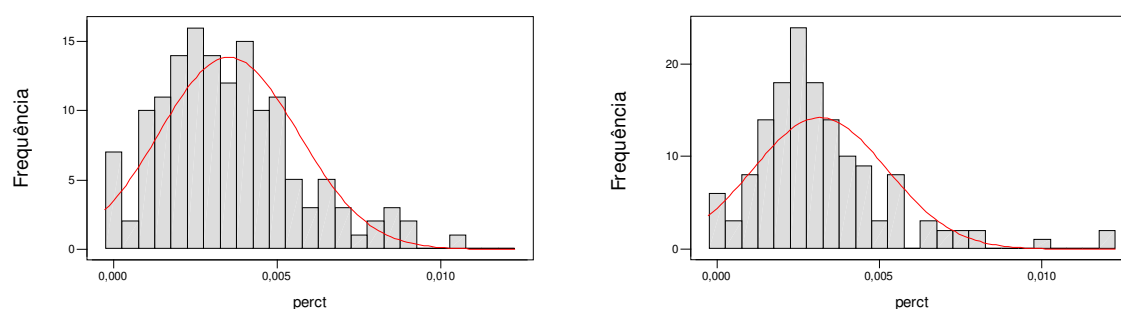


Figura 88. Histogramas de distribuição de valores percentuais de mortalidade semanal não acumulada, com curva normal, obtidos nos galpões G₁ e G₂.

O teste não-paramétrico de Kruskal Wallis mostrou não haver diferenças significativas ao nível de 5%, entre as medianas da mortalidade final acumulada até a 7ª semana de produção de cada lote (p-valor = 0,278). Os resultados foram *rankeados* pelo índice comparativo “Z”, de -2,01 a 1,46, sendo obtidos melhores resultados, ou seja, menores índices de mortalidade nos lotes 1 e 3 e os piores, nos lotes de 2 e 7, ambos na época de frio, como é mostrado na Figura 89.

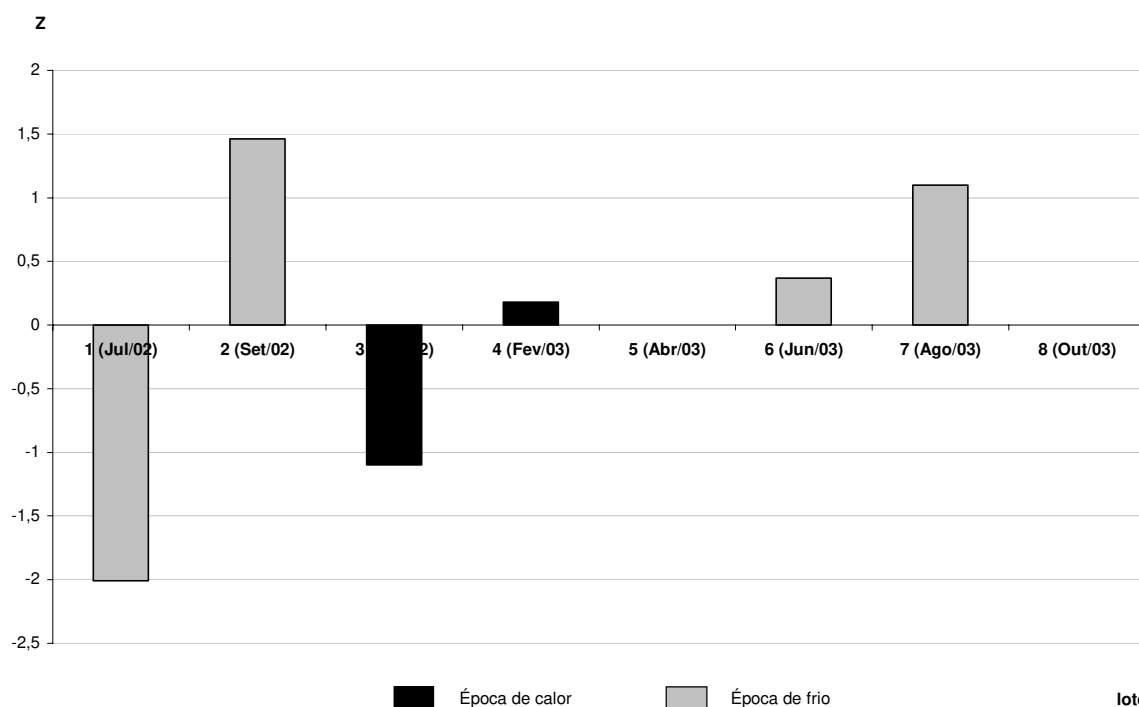


Figura 89. Teste não-paramétrico de comparação da mortalidade acumulada até a 7ª semana de produção, nos 7 lotes estudados, em diferentes épocas do ano.

A Figura 90 ilustra a dispersão dos dados de mortalidade acumulada na 7ª semana de produção em todos os lotes. Deste gráfico, observa-se uma maior variabilidade dos dados nos lotes 7 e 8, sob influência da entrada da doença associada a uma intensa mortalidade e refugagem inicial.

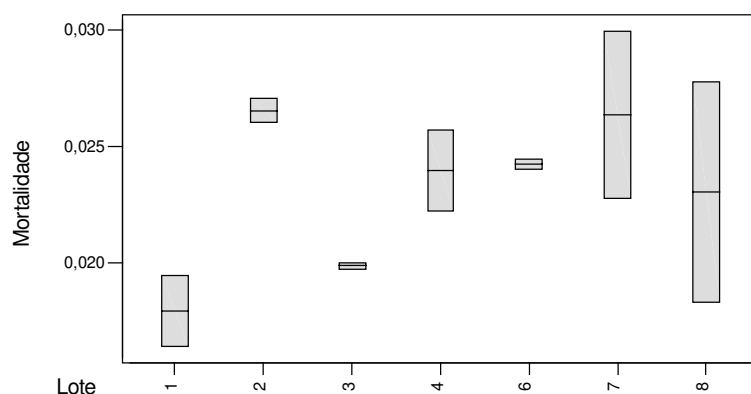


Figura 90. Gráfico de *Boxplot* da mortalidade acumulada na 7ª semana de produção, por lotes.

Da análise comparativa entre galpões, observou-se que não existem diferenças significativas ao nível de 5% na mortalidade acumulada até a 7ª semana, entre o sistema de produção convencional e em alta densidade. Ao nível de 27,7%, o teste de Kruskal-Wallis confirmou a hipótese de igualdade entre as medianas, sendo estas de 2,444% para o galpão G₁ e de 2,275% para o galpão G₂. Os resultados da análise na íntegra são apresentados em Anexos 8.2.6.2.

Desta avaliação geral, partiu-se para análises comparativas da mortalidade semanal entre galpões, acumulando-se os valores diários para cada 1 semana de produção. Sendo assim, a semana 1 equivale à mortalidade acumulada do dia de entrada dos pintainhos até o 7º dia de produção e assim por diante, para o 14º, 21º, 28º, 35º, 42º e 50º dias de produção. Pelo teste de Kruskal-Wallis, não foram encontradas diferenças significativas ao nível de 5% entre galpões nas semanas 1 a 7 de produção, porém em todas as semanas, o galpão G₁ apresentou numericamente, maiores índices de mortalidade que G₂, como pode ser observado na Tabela 36. Os resultados de ambos os galpões foram, no entanto, inferiores às médias estimados da produção nacional, citadas por Mendes & Patrício (2004).

Tabela 36. Mortalidade expressa pelas medianas semanais (%) nos galpões G₁ e G₂

IDADE (Semanas)	G1 (%)	G2 (%)	Significância	MENDES & PATRÍCIO (2004)
1^a	0,63	0,54	N.S. (P= 0,749)	0,80
2^a	0,37	0,32	N.S. (P= 0,406)	0,50
3^a	0,24	0,22	N.S. (P= 0,655)	0,50
4^a	0,26	0,21	N.S. (P= 0,749)	0,50
5^a	0,26	0,24	N.S. (P= 0,110)	0,50
6^a	0,28	0,25	N.S. (P= 0,749)	0,50
7^a	0,26	0,24	N.S. (P= 0,917)	0,50

Sendo: N.S.= Não Significativo; P = Nível de Significância; Áreas hachuradas - maiores valores observados para uma mesma semana.

A análise comparativa de mortalidade semanal pelo teste de Kruskal-Wallis mostrou que não existem diferenças significativas ao nível de 5% de significância, entre as medianas das mortalidades dos três setores para um mesmo galpão em duas épocas distintas, calor e frio (Anexos 8.2.6.2). A Tabela 37 apresenta os setores com maiores valores de mortalidade semanal para cada um dos galpões; observa-se que para o galpão G₁ não existe um padrão claro que exprima tendência de mortalidade para o calor, mas uma leve predominância no setor oeste durante a época do frio. Já o galpão G₂, igualmente sem demonstrar tendência clara, apresenta na época de calor, maiores índices de mortalidade no setor centro na fase inicial e no setor oeste, na fase final.

Tabela 37. Mortalidade Semanal (%) – setores que apresentaram maiores medianas nas épocas de calor e frio em ambos os galpões.

IDADE (Semanas)	Galpão Convencional (G₁)		Galpão Alta Densidade (G₂)	
	Calor	Frio	Calor	Frio
1^a	Leste (0,63)	Oeste (0,71)	Centro (0,55)	Centro (0,60)
2^a	Centro (0,47)	Oeste (0,35)	Centro (0,34)	Oeste (0,36)
3^a	Oeste (0,30)	Leste (0,50)	Centro (0,24)	Oeste (0,39)
4^a	Leste (0,15)	Centro (0,24)	Leste (0,13)	Leste (0,28)
5^a	Leste (0,41)	Oeste (0,32)	Oeste (0,24)	Oeste (0,23)
6^a	Centro (0,39)	Oeste (0,29)	Oeste (0,24)	Centro (0,27)
7^a	Oeste (0,05)	Centro (0,01)	Oeste (0,03)	Oeste (0,02)

5.6.3 Índices Zootécnicos

Os índices zootécnicos foram analisados para os lotes um a nove, de junho de 2002 a fevereiro de 2004, estando relacionados a um lote de produção completo, visto que muitas das variáveis não puderam ser contabilizadas setorialmente (comedouros e silo únicos).

Todos os parâmetros (conversão alimentar - CA, peso médio - PM, ganho de peso diário -GPM, idade média - IM e Índice de Eficiência Produtiva - IEP) estiveram normalmente distribuídos (Figura 91) e por serem variáveis independentes das demais análises, restritos a comparações somente entre galpões, foram analisados estatisticamente pelo teste de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$).

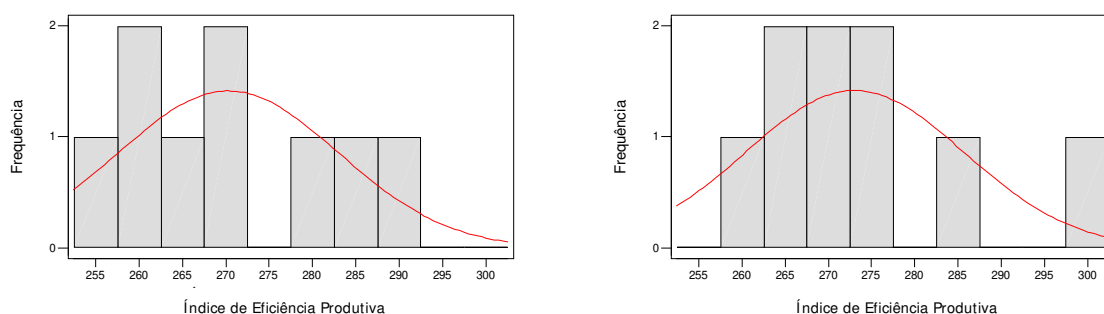


Figura 91. Histogramas de distribuição dos valores dos Índices de Eficiência Produtiva com curvas normais, para os galpões G₁ e G₂.

Inicialmente, foram averiguadas possíveis diferenças que pudessem afetar as análises comparativas entre galpões, advindas de lotes de produção (épocas do ano) e idades médias diferenciados. Pela análise de variância não foram observadas diferenças significativas ao nível de 5%, nos valores de IEP nos nove lotes de produção (p-valor = 0,194) e de IM (p-valor = 0,925). O gráfico de *Boxplot* deste índice ilustra a distribuição destes valores em diferentes lotes de produção, sendo seu perfil reprisado na avaliação comparativa do ganho de peso pelas aves (Figura 92).

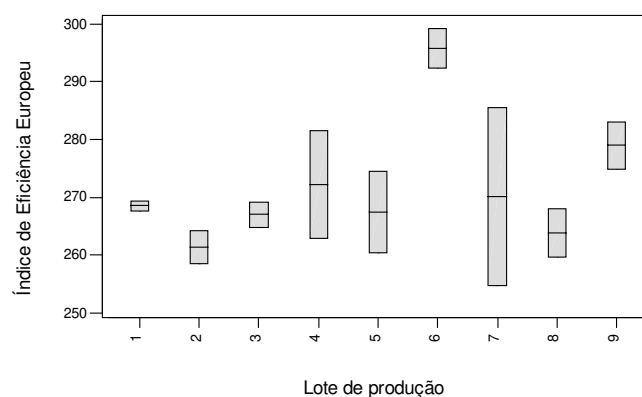


Figura 92. Gráfico de *Boxplot* de distribuição dos valores do Índice de Eficiência Produtiva nos diferentes lotes de produção estudados.

A Tabela 38 apresenta os resultados dos índices zootécnicos avaliados, na qual não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre os dois galpões avaliados. Comparando-se os resultados com valores obtidos por Miragliotta (2000) e Aradas *et al.* (2004), nestes mesmos galpões, constatou-se uma melhora na produtividade, uma vez que a C.A. passar de 1,99 para 1,89, o G.P.D., de 51,35 para 52,50 e o I.E.P., de 245,87 para 270,29 no galpão G₁ nestas duas épocas de estudos. Múltiplos fatores estão relacionados a estes resultados: melhora na eficiência produtiva das matrizes *AgRoss* que em 2000 estavam iniciando sua postura no lugar da linhagem *Avian Farms*, melhora nas condições produtivas (arraçoamento, biosseguridade e manejo), troca de funcionários, entre outros.

Tabela 38. Resultados médios dos índices zootécnicos de nove lotes de produção dos galpões G₁ e G₂.

Índices	G ₁ (Média ± DP)	G ₂ (Média ± DP)	Significância
Conversão Alimentar	1,89 ± 0,1014	1,85± 0,0764	N.S. (p = 0,316)
Peso Médio (kg)	2,380 ± 0,3658	2,3265 ± 0,2760	N.S. (p = 0,731)
Ganho de Peso Diário (g)	52,50 ± 2,060	51,64 ± 2,261	N.S. (p = 0,411)
Idade Média (dias)	45,17 ± 5,370	44,95 ± 3,899	N.S. (p = 0,925)
Índice de Eficiência Europeu	270,29 ± 12,69	273,05 ± 12,66	N.S. (p = 0,650)

Sendo: DP = Desvio Padrão; N.S.= Não Significativo (p-valor ≤ 0,05).

Os resultados obtidos nos dois galpões estudados mostram menor eficiência na conversão de ração em peso vivo, ao se confrontar com o valor padrão da linhagem (AGROCERES, 2000), em que teriam potencial genético para chegar a 1,80 nesta mesma idade.

Os resultados obtidos encontram-se similares às médias nacionais de desempenho de frangos de corte, como I.E.P. de 269,77, I.M. de 45,85 dias, P.M. de 2481,91 (g) e C.A. de 1,93 (MENDES & PATRÍCIO, 2004).

6. CONCLUSÕES

Da avaliação das condições do ambiente interno dos dois galpões de produção comercial de frangos de corte, concluiu-se que:

1. **Amônia:** os picos de concentração no ar estiveram acima dos 20 ppm máximos recomendados às aves a partir do 20º dia de produção em ambos os galpões e na média diária, por período superior no galpão G₂ (4h30') quando comparado ao G₁ (2h45'). Apenas no 36º dia de produção em ambos os galpões, os trabalhadores estariam expostos a condições insalubres de trabalho caso permanecessem 8h/dia dentro dos galpões. Pôde-se estimar a concentração de amônia no ar a partir do 20º dia de produção, durante o período vespertino, por:

$$\rightarrow \text{NH}_3 (\text{G}_1) = -107 + 1,00 \text{ DP} + 3,42 \text{ TBS}, (\text{ppm}), R^2 = 69,8\%, (\text{termômetro}).$$

$$\rightarrow \text{NH}_3 (\text{G}_2) = -180 + 1,48 \text{ DP} + 6,19 \text{ TBS} - 4,85 \text{ VAR}, (\text{ppm}), R^2 = 83,0\% (\text{termômetro e anemômetro}) \text{ ou}$$

$$\rightarrow \text{NH}_3 (\text{G}_2) = -185 + 1,40 \text{ DP} + 6,34 \text{ TBS}, (\text{ppm}), R^2 = 80,2\% (\text{termômetro}).$$

Onde: DP = Dia de Produção; TBS = Temperatura de Bulbo Seco do ar (°C); VAR = Velocidade do ar (m/s).

2. **Monóxido de Carbono:** picos de concentração no ar estiveram acima dos 10 ppm máximos recomendados pelo CIGR em todas as noites avaliadas, sendo superiores nas épocas de frio e no galpão G₂ (30 ppm), quando comparado ao galpão G₁ (18 ppm). O sistema de aquecimento por campânulas mostrou-se de baixa eficiência térmica em ambos os galpões, mantendo a TBS interna cerca de 4°C acima da externa e cerca de 9°C

abaixo da recomendada no manejo inicial. Este gás não requereu avaliação para fins trabalhistas pela inexistência de turno noturno na granja.

3. **Outros gases:** as concentrações de óxido nítrico e gases explosivos (propano, butano e metano) foram em sua maioria nulas e as de gás carbônico, avaliado em condições diurnas, atenderam aos limites máximos permitidos, tanto para aves quanto para o trabalhador.
4. **Poeira:** ambos os galpões ofereceram condições adequadas às aves, quanto às concentrações de poeira total e respirável no ar. A atividade de enchimento de balaio com maravalha expôs os trabalhadores à concentração média de 11,18 mg/m³, acima das condições limites recomendadas pela ACGIH, recomendando o uso de máscara com filtro para particulados na fração total, luvas e viseira.
5. **Condições bioclimáticas internas:** até o 14º dia de produção, o galpão G₂ manteve-se mais aquecido que o G₁ no período noturno, e na fase final de resfriamento, as maiores TBS internas em G₂ foram compensadas pelas altas velocidades do ar do sistema de ventilação tipo túnel, melhorando a sensação térmica das aves. Observou-se ainda neste galpão, um gradiente de aumento de TBS e VAR no setor oeste de exaustão do ar, denotando o arraste de calor pelo fluxo do ar e a influência da radiação solar no período vespertino.
6. **Níveis de Pressão Sonora:** as regiões centrais do galpão com sistema de ventilação tipo túnel oferecem melhores condições às aves e em nenhum ponto, os níveis de pressão sonora estiveram acima de 80 dBA máximos recomendados pela legislação brasileira para a segurança do trabalhador.
7. **Índices produtivos:** o peso final das aves foi superior no galpão G₁ (1.753g) quando comparado ao G₂ (1.692g) até a 5ª semana de produção, assim como a taxa de mortalidade acumulada (G₁ = 2,44% / G₂ = 2,27%), resultando em índices produtivos semelhantes. Numericamente, no entanto, foram produzidos cerca de 9kg frangos/m² ou 13t frangos/lote a mais no galpão G₂, otimizando o uso das instalações.
8. Apesar das concentrações dos gases amônia e monóxido de carbono terem sido superiores no galpão em alta densidade populacional, não foram observadas diferenças significativas nos índices produtivos finais, recomendando-se a utilização deste manejo em condições tropicais de produção.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- _____. **Manual de Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho**. 23^a. Edição, 1992. 223p.
- _____. **Norma reguladora NR-15**, Anexo 1 e 2. Portaria n. 3.214. 1978. 114p.
- AARNIK, A.J.A.; ROELOFS, P.F.M.M.; ELLEN, H.; GUNNIK, H. Dust Sources in Animal Houses. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, pg.34 – 40.
- ABREU, P.G.; BAÊTA, F.C.; ABREU, V.M.N.; SOARES, P.R.; PERDOMO, C.C.; SILVA, M.A. Umidade da cama e teor de amônia em diferentes sistemas de aquecimento de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO, 98 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 12 e 13 de Maio de 1998, Campinas - SP. **Anais**: FACTA - Fundação Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1998, p.68.
- ACGIH – AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS. **2001 TLVs and BEIs – Handbook**. ACGIH: Cincinnati, 2001. ISBN: 1-882417-40-2.
- AGROCERES ROSS. Manual de Manejo de Frangos. **Manual de Manejo de Frangos**. Campinas:Agroceres, Set. 2000. 104 p.
- ALENCAR, M.C.B.; NAAS, I.A.; GONTIJO, L.A. Respiratory Risks in broiler production workers. **Brazilian Journal of Poultry Science**. v.6., nº1, p. 23 – 29, 2004.
- ALGRANTI, E. Aerossóis fibrogênicos e não fibrogênicos. **J. Pneumologia**, v.22, n.1, pg 34 – 38, 1996.

- ALVES FILHO, J.P. **Apostila de Segurança Rural**, FEM – 317. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, s.d. 91 p.
- 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.
- ASTETE, M. G. W. e KITAMURA, S. Efeitos da exposição Profissional ao Barulho. *In Medicina do Trabalho: Doenças Ocupacionais*, René Mendes. Sarvier S/A Editora Livro Médicos. São Paulo. 1980. 416-435p.
- AUBIN, T. Penguins and their noisy world. **Anais** da Academia Brasileira de Ciências, São Paulo, v. 76, nº 2, p 278-283, fev., 2004.
- AVES & OVOS. Mercado mundial de carnes de frango. **Net**, São Paulo, 2005. Vista Disponível em: http://www.aveseovos.com.br/m_mundial.html. Acesso em: set.2005.
- BAIÃO, N.C. Quando o ambiente fica muito carregado. **Revista Aves e Ovos**, Jan, p.20-22, 1996.
- BELYAVIN, C. Complete Climate Control. What are the associate problems. **World Poultry**, v.9, p. 32-33, 1993.
- BONI, I.J. & PAES, A.O.S. Climatização de aviários: aquecimento e refrigeração para matrizes. In: CURSO SOBRE EQUIPAMENTOS AVÍCOLAS PARA O SETOR DE CORTE. **Anais ...** São Paulo, 2000. p.47-65.
- BOON, C.R. Air quality in livestock buildings: UK experience and legislation. In: 1992 International Summer Meeting, 1992, Charlotte-North Carolina. **ASAE Meeting Presentation, paper nº 92-4043**. Michigan: American Society of Agricultural Engineers, 1992.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Delegacia Federal da Agricultura de São Paulo. SIPA - Serviço de Inspeção de Produto Animal. **Demonstrativo de movimento de abate de 1998**. São Paulo, 1999.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise da qualidade e produtividade**. Brasília, 1992.

- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA - Delegacia Federal de Agricultura de São Paulo. **Boletim Estatístico SERPA/SP**. São Paulo, 1985.
- BROGNONI, E. **Desempenho e qualidade da cama de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, 1999. 72p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária Jaboticabal).
- BROOK, R. J. **Applied regression analysis and experimental design**. New York : M. Dekker, 1985.
- BURNS, R.T.; ARMSTRONG, K.A.; WALKER, F.R.; RICHARDS, C.J.; RAMAN, D.R. Ammonia Emissions from a broiler production facility in the United States. In: International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, 2003, Horsens, Denmark. **Proceedings**. Horsens: CIGR/EurAgEng, 2003. p. 88 – 95.
- BUSSE, F.W. Comparison measurements of the house climate in swine stable with ou without respiratory diseases or cannibalism. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT IV, 1993. England. **Fourth International Symposium University of Warwick Coventry**. American Society of Agricultural Engineers, 1993. p.904-908.
- CAFÉ, M.B.; ANDRADE, M.A. Efermidades Tóxicas. In: BERCHIERI JÚNIOR, A.; MACARI, M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA, 2000.
- CAMARGO, A.M. Um setor de US\$ 63 bilhões. **Avicultura Industrial**, p.12-14, Abril, 1997.
- CAMPBELL, J.M. Acute symptoms following work with moldy day. **British Med. J.** **v.2, 1932, pg. 1143 – 1144** citado por DONHAM, K. A historical overview of research on the hazards of dust in livestock buildings. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, pg.13 – 21.
- CANEVER, M.D. Qualidade Avícola. **Avicultura Industrial**, p.22-25, Abril, 1997.

- CASTELLAN, R.; OLENCHOCK, S.; KINSLEY, K.; HANKINSON, J. Inhaled endotoxin and decreased spirometric values: an exposure-response relation for cotton-dust. **N. End. J. Med.**, v.317, pg. 605-610, 1987 citado por DONHAM, K & CUMRO, D. Setting Maximum Dust Exposure Levels for People and Animals in Livestock Facilities. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 93 – 110.
- CASTRO, A.G.M. Sanidade das Aves na Fase Final: Importância do Aparelho Respiratório. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE FINAL, 1999, Campinas. **Anais**. Conferência APINCO '99 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Campinas: FACTA, 1999. p. 55-60.
- CIGR - Commission Internationale du Génie Rural. **Climatization of animal houses**. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1984. (2nd Report of Working Group).
- CIGR - Commission Internationale du Génie Rural, **Climatization of animal houses**. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1989 (2nd Report of Working Group).
- CIGR - Commission Internationale du Génie Rural, **Climatization of animal houses**. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1992 (2nd Report of Working Group).
- CONCEIÇÃO, M.A.P.; HAZEL, E.J.; WATHES, C.M. Air hygiene in a pullet house: spatial homogeneity of aerial pollutants. **British Poultry Science**, England, v.30, n.4, p.765-776, 1989.
- CONSENZA, G.W. Afecções respiratórias em trabalhadores em moinhos de trigo. **Revista Rede**, v.3., 1998. p.100 – 104.
- CONY, AV. & ZOCHE, A.T. Instalações e equipamentos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS. 2001, Campinas, São Paulo. **Anais**. Campinas: FACTA, 2004. Vol.2, p. 33 – 50.
- CURTIS, S.E. **Environmental Management in Animal Agriculture**. Iowa: Iowa State University Press, 1983.

- DeBEY, M.C.; TRAMPEL, D.W.; RICHARD, J.L.; BUNDY, D.S.; HOFFMAN, L.J.; MEYER, V.M. & COX, D.F. Effect os buiding ventilation design on environment and performance of turkeys. **American Journal Veterinay Research**, v.55, n.2, p. 216-20, 1994.
- DONHAM, K & CUMRO, D. Setting Maximum Dust Exposure Levels for People and Animals in Livestock Facilities. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 93 – 110.
- DONHAM, K. A historical overview of research on the hazards of dust in livestock buildings. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, Aarhus, Denmark, 1999. **Proceedings**. Denmark: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, pg.13 – 21.
- DONHAM, K. *et al.* Respiratory dysfunction in swine production facility workers: dose-response relationships of environmental exposures and pulmonary function. **Am. J. Ind. Med.**, v.27, pg. 405 – 418, 1995 citado por DONHAM, K & CUMRO, D. Setting Maximum Dust Exposure Levels for People and Animals in Livestock Facilities. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 93 – 110.
- DOSMAN, J.A.; SENTHILSELVAN, A.; BARBER, E.; KIRYCHUK, S.; RHODES, C.; HOLFELD, L.; ZHANG, Y.; CORMIER, Y.; HURST, T. Lung Function measurmentes in swine confinement workers: longitudinal decline, shift change, environmental intervention. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 15 – 16.
- DRAPER, N. R. (1931). **Applied regression analysis**. New York : John Wiley, c1966.
- EFRON, B. & TIBSHIRANI, R.J. **An Introduction to the bootstrap**. New York: Chapman and Hall, c1993.

- ELLEN, H.; DOLEGHS, B.; ZOONS, J. Influence of Air Humidity on Dust Concentration in Broiler Houses. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, pg.41 – 47.
- ELLIOT, H.A. & COLLINS, N.E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. **Transactions of the ASAE**, v.25, p.413-424, 1982.
- FALLAVENA, L.C.B. Enfermidades da pele e das penas. In: Doenças das aves. Berchieri Junior, A. & Macari, M. (eds). Campinas: FACTA, 2000. p. 37-45.
- FAWC. FAWC updates the five freedoms. **Veterinary Record**, v.131, n.357, 1992.
- GROOT KOERKAMP, P.W. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design, and manure handling. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.59, p.73-87, 1994.
- GROOT KOERKAMP, P.W.G.; METZ, J.H.M.; UENK, G.H.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, M.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSON, J.O.; WATHES, C.M. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.79-95, 1998.
- HAMILTON, T.D.C.; ROE, J.M.; TAYLOR, F.G.R.; PEARSON, G. & WEBSTER, A.F.J. Aerial pollution: an exacerbating factor in atrophic rhinitis of pigs. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT IV. **Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium**, Warwick: American Society of Agricultural Engineers, 1993, p.895-903.
- HARTUNG, J.; SEEDORF, J. Characterization of airborne dust in livestock housing and its effects on animal and environment. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 140 – 153.
- HELLICKSON, M.A. & WALKER, J.N. **Ventilation of Agricultural Structures**. American Society of Agricultural Engineers, Monograph nº 6, 1983.

- HENDRIKS, J.G.L.; VRIENLINK, M.G.M.; PEET-SCHWERING, C.M.C. Reducing ammonia emission from pig housing by adding acids salts to the feed. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 65 – 70.
- HILL, A.B. **Short Textbook of medical statistics.** London, Hodder and Stoughton, 1977.
- HINZ, T & LINKE, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 1: Methods. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.111-118, 1998a.
- HINZ, T & LINKE, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 2: Results. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.119-129, 1998b.
- HIRTUM, A.V. & BERCKMANS, D. Fuzzy approach for improved recognition of pig-coughing from continuous registration. . In: NOISE AND VIBRATION ENGINEERING – ISMA 25, Leuven, 2000. **Proceedings ...** Leuven, 2000. ISBN: 90.73802-72-5.
- HÖRNIG, G.; BERG, W.; TÜRK, M. Harmful gas and odor emission under use of feed and slurry additives. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 78 – 85.
- HYSLOP, N.St.G. Effects of the environment on immunity to disease. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT I, 1974. **Proceedings** of the International Livestock Environment Symposium. American Society of Agricultural Engineers, 1974. p. 383-390.
- 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.
- JOURNAL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining geostatistics.** London: Academic Press, 1978. 600p.

- KANERVA, L.V.E. Occupational rhinitis in Finland. *Int. Arch. Occupational Environ Health*, v.64, paginas 565 – 568, 1993 citado por VIEGAS, C.A.A. Agravos respiratórios decorrentes da atividade agrícola. **J. Pneumologia**, v.26, n.2, mar-abr, paginas 83 - 90, 2000.
- LAMMERS, P.S.; WALLENFANG, O.; BOEKER, P.; DIEKMANN, B. Odour propagation of agricultural sources via finite-volume-modelling. In: MEMORIAL CIGR WORLD CONGRESS, XIV, 2000, Tsukuba, Japan. **Proceedings**. Tsukuba: CIGR, 2000. R.2102.
- LEWIS, E.C. & NICHOLSON, J.L. Broiler response to three ventilation rates. **Transactions of the ASAE**, p. 414-418, 1980.
- MAALOUM, A.; KOUIDRI, S. BAKIR, F.; REY, R. Influence of the environment on the aeroacoustic behaviour of axial fans. In: NOISE AND VIBRATION ENGINEERING – ISMA 25, Leuven, 2000. **Proceedings ...** Leuven, 2000. ISBN: 90.73802-72-5.
- MAAS, R. B. Occupational Noise Exposure an Hearing Conservation. *In Occupational Medicine Principles and Practical Applications*, Carl Zens. Yearbook Medical Publication. Londres. 1977. 317-357p.
- MACARI, M. & CAMPOS, S.S. Respostas fisiológicas de frangos de corte criados em alta densidade. In: Simpósio sobre ambiência, sanidade e qualidade da carcaça de frangos de corte, 1997. **Anais**. Concórdia, Santa Catarina. Brasil, p.1 – 13 citado por PAGANINI, F.J. Manejo de cama. In: **Produção de frangos de corte**. Mendes, A.A., Naas, I.A.; Macari, M. (eds). Campinas: FACTA, 2004. p-107-116.
- MACARI, M., FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A., NÄÄS, I.A., MACARI, M. **Produção de Frangos de Corte**. Campinas: FACTA, 2004. p. 137 – 155.
- MAIR, J.; MARX, G.; PETERSEN, J.; MENNICKEN, L. Development of multi parametric sound analysis parameters as welfare indicator in chicken flocks. In: NOISE AND VIBRATION ENGINEERING – ISMA 25, Leuven, 2000. **Proceedings ...** Leuven, 2000. ISBN: 90.73802-72-5.

- MANZIONE, R.L. **Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em Araguari-MG**. 2002. 141 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.
- MARIÑO, H. F. **A comunicação Sonora do Anu Branco: Avaliações Eco-etológicas e Evolutivas**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1989. p 89-121.
- MARX, G.; BORELL, E.V.; HORN, T. THIELEBEIN, J. Vocalisation analysis and physiological correlates during the castration of pigs. . In: NOISE AND VIBRATION ENGINEERING – ISMA 25, Leuven, 2000. **Proceedings ...** Leuven, 2000. ISBN: 90.73802-72-5.
- MATHERON, G. Principles of geostatistics. **Econ. Geology**, v. 58, p. 1246-66, 1963.
- MEDURI, M.V. **Acústica e controle de ruído industrial**. Apostila do Curso de Especialização em Engenharia Ambiental – FEQ/UNICAMP. Campinas: CPDEC, 2000. 73p.
- MENDES, A.A. & PATRÍCIO, I.S. Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: Mendes, A.A., Naas, I.A., Macari, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.323 – 336.
- MICHELAN Filho, T.; Souza, E.M. Formação e características das linhagens atuais de frango. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS. 2001, Campinas, São Paulo. **Anais**. Campinas: FACTA, 2001. Vol.2, p. 23 – 31.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, 2000. 122 p. (Dissertação, Mestrado em Construções Rurais e Ambiente).
- MIRAGLIOTTA, M.Y., NAAS, I.A., BARACHO, M.S., NADER, A.S., ALENCAR, M.C.B. Níveis sonoros em galpões de produção de frangos de corte DURANTE vazio sanitário – estudo de caso. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Campinas, 2002. **Anais** Campinas: FACTA, 2002.

- MIRAGLIOTTA, M.Y., NAAS, I.A., CHISTE, F.S., NASCIMENTO, F.F. Concentrações de Monóxido de carbono e oxigênio no ar em instalações de produção de frangos de corte na sua fase inicial. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, Campinas, 2003. **Suplemento Avícola ...** Campinas: FACTA, 2003a.
- MIRAGLIOTTA, M.Y., NAAS, I.A., NASCIMENTO, F.F., CHISTE, F.S. Distribuição espacial das condições bioclimáticas em galpão de produção de frangos de corte com sistema de ventilação tipo túnel. In: CONBEA, Goiânia, GO, 2003b. **Caderno de Resumos.** Jaboticabal: SBEA, 2003. CD-ROM.
- MIRAGLIOTTA, M.Y., NAAS, I.A., MANZIONE, R.L., NASCIMENTO, F.F. Spatial Analysis of Stress Conditions Inside Broiler Commercial Housing. In: CIGR International Symposium, Évora, Pt, 2005. **Proceedings ...** CIGR, 2005.
- 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.
- MÜLLER, H.J.; REINER, B.; GÜNTER, H.; ANTONIN, J. Odour and Ammonia emissions from poultry houses with different keeping and ventilation systems. In: International Symposium on Gaseous and Odour Emissions from Animal Production Facilities, 2003, Denmark. **Proceedings.** Horsens: Danish Institute of Agricultural Sciences, 2003, p.172 – 179.
- NIELSEN, N.O. Improve utilization of the protein – and protect the environmental. **Hyologisk Tidsskrift**, n.6, p. 6 – 10, 1993 citado por ROM, H.B. & DAHL, P. **Quantification of the ammonia balance in fattening pig units with totally slatted floors.** In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 71 – 77.
- OGILVIE, J.R. Environmental systems: design and performance standards. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 7 – 14.

- OLIVEIRA, L.C. Novos critérios na inspeção industrial e sanitária de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVIÁRIAS, 1995. **Anais**. P.119-134.
- OSHA - Occupational Safety and Health Administration. **Particulates not otherwise regulated**, respirable 0600. NIOSH: Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. NIOSH, 8/15/1994a. [on-line, 07 de Maio de 2002]. Acesso: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/nmammenu.html>.
- OSHA - Occupational Safety and Health Administration. **Particulates not otherwise regulated**, total 0500. NIOSH: Manual of Analytical Methods (NMAM), Fourth Edition. NIOSH, 8/15/1994b. [on-line, 07 de Maio de 2002]. Acesso: <http://www.cdc.gov/niosh/nmam/nmammenu.html>.
- PAINTER, H.A. Microbial transformations of inorganic nitrogen. **Progress in Water Technology**, v.4/5, n.8, p.3-29, 1977 citado por GROOT KOERKAMP, P.W.G.; METZ, J.H.M.; UENK, G.H.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, M.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J.O.; WATHES, C.M. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n.1, p.79-95, 1998.
- PAULA JUNIOR, D.R. Biodigestores. Faculdade de Engenharia Agrícola: AP218 - Tecnologia de Processos Anaeróbios para Tratamento de Resíduos Agroindustriais, 2004. **Notas de Aula**.
- PINHEIRO, H.P. **Efeito Diferencial: Análise de dados discretos**, 2002. Notas de Aula.
- PINTO, F.G.; CURI, P.R.; TOLEDO, M. Evolução da Condenação Avícola no Estado de São Paulo (1985 a 1990): Tendências anuais e estacionais. **Veterinária e Zootecnia**. São Paulo, v.5, p. 45-50, 1993.
- REVISTA SOS. Exposição ao Ruído ocupacional: tendências na avaliação do ruído ocupacional. São Paulo, n.209, 2.bimestre, 2002, pg.33 – 37.

- ROBIN, P. **Segurança e Ergonomia em maquinaria agrícola, Tratores Agrícolas.** Monografia 2, São Paulo, 1987 citado por ALVES FILHO, J.P. Apostila de Segurança Rural, FEM – 317. Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, s.d. 91 p.
- ROM, H.B. & DAHL, P. Quantification of the ammonia balance in fattening pig units with totally slatted floors. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 71 – 77.
- ROSSI, R. E.; DUMGAN, J. L.; BECK, L. R. Kriging in the shadows: geostatistical interpolation for remote sensing. *Remote Sens. Environ.* v.49, p.32-40, 1994.
- ROTHMAN, K.J., & GREENLAND, S. **Modern Epidemiology.** Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 1998.
- SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. **Environmental aspectos of housing for animal production.** Butterworths, 1981. 24, p.439-454.
- SALIBA, T.M. **Manual prático de avaliação e controle de poeira e outros particulados – PPRA.** São Paulo: LTr, 2000, 110p.
- SANTOS, A.M.A. & AMARAL, M.C. **Norma de higiene ocupacional : método de ensaio : análise gravimétrica de aerodispersóides sólidos coletados sobre filtros de membrana – NHO-03.** São Paulo: Fundacentro – Ministério do Trabalho, 2001. 33p.
- SWENSON, M.J. In: DUKES: **Fisiologia dos animais domésticos.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap 3, 1996, pg 19 – 43.
- TAKAI, H.; MÖLLER, F.; IVERSEN, M.; JORSAL, S.E.; BILLE-HANSEN, V. Dust control in swine buildings by spraying of rapeseed oil. In: Livestock Environment Symposium, IV, 1993. **Proceedings.** American Soc. Agr. Eng., pg.726-733.
- TAKAI, H.; SEEDORF, J.; PEDERSEN, S. Dust and Endotoxin Concentrations in Livestock Buildings in Northern Europe. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings.** Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 140 – 153.

- TORREIRA, R.P. **Salas limpas:** projeto, instalação e manutenção. São Paulo: Hemus, s.d. 318 p.
- TOSIN, R.C.; SANTOS, J.E.G.; SANTOS FILHO, A.G.; FERNANDES, J.C. Nível de ruído em pulverizadores costais motorizados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, XXIX, 2000, Ceará, Fortaleza. **Anais ...** Jaboticabal: SBEA, 2000.
- VERSTEGEN, M.; TAMMINGA, S.; GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on Animals. **Pollution in Livestock production systems.** CAB International, 1994. p.71-79.
- VIEGAS, C.A.A. Agravos respiratórios decorrentes da atividade agrícola. **J. Pneumologia**, v.26, n.2, mar-abr, paginas 83 - 90, 2000.
- VOERMANS, J.A.M. Health and Disease Perspective. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 1 - 6.
- VRANKEN, E.; BERCKMANS, D.; VERMEIR, G.; LAURIKS, W. Noise analysis and possibilities for noise reduction of propeller fans in agricultural buildings. In: NOISE AND VIBRATION ENGINEERING – ISMA 25, Leuven, 2000. **Proceedings ...** Leuven, 2000. ISBN: 90.73802-72-5.
- WATHES, C.M.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; WHITE, R.P. & PHILLIPS, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. **British Poultry Science**, March, v.38, n.1, p. 14-28, 1997.
- WATHES, C.M.; JONES, C.D.R.; WEBSTER, A.J.F. Ventilation, air hygiene and animal health. **Veterinary Record**, v.113, p. 554 – 559, 1983 citado por KRISTENSEN, H.H. & WATHES, C.M. Ammonia and poultry welfare: a review. **World's Poultry Science Journal**, Beekbergen, v.56, n.3, p.235-245, 2000.

- WATHES, C.M.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J.; GROOT KOERKAMP, P.W.G.; UENK, G.H.; METZ, J.H.M.; HINZ, T.; CASPARY, V.; LINKE, S. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in Northern Europe: Overview of a multinational project. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.70, n. 1, p. 3-9, 1998.
- WEAVER, W.D.Jr & MEIJERHOF, R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth and carcass quality for broiler chickens. **Poultry Science**, v.70, n.4, p.746-755, 1991.
- WHYTE, R.T. Aerial pollutants and the health of poultry farmers. **World's Poultry Science Journal**, v.49, p.139-156, 1993 citado por WATHES, C.M.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; WHITE, R.P. & PHILLIPS, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. **British Poultry Science**, March, v.38, n.1, p. 14-28, 1997.
- WICKLEN, G.L. Van & ALLISON, J.M. Aerosol and ammonia concentration in broiler houses using mechanical and natural ventilation. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.42, n.2, p.97-109, 1989.
- ZHANG, Y. Engineering Control of Dust in Animal Facilities. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, Aarhus, Denmark, 1999. **Proceedings**. Aarhus: DIAS, 1999, p. 22 – 29.
- ZHANG, Y.; TANAKA, A.; BARBER, E.M.; FEDDES, J.J.R. Effect of frequency and quantity of sprinkling canola oil on dust reduction in swine building. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineering (ASHRAE)**, v.39, n° 3, p. 1077 – 1081, 1996.
- ZHANG, Y.; TANAKA, A.; DOSMAN, J.A.; SENTHILSELVAN, A.; BARBER, E.M.; KIRYCHUK, S.P.; HOLFELD, L.E.; HURST, T. Respiratory responses of human subjects to air quality in a swine building. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, V, 1997, Bloomington, Minnesota. **Proceedings ...** St Joseph: ASAE, 1997. p. 655 – 663.

ZUSKIN, E.; MUSTAJBEGOVIC, J.; SCHACHTER, E. *et al.* Respiratory function in poultry workers and pharmacological characterization of poultry dust extract. **Environ. Res.**, v.70, p. 11 – 19, 1995 citado por DONHAM, K & CUMRO, D. Setting Maximum Dust Exposure Levels for People and Animals in Livestock Facilities. In: International Symposium on dust control in animal production facilities, 1999, Aarhus – Denmark. **Proceedings**. Aarhus: Danish Institute of Agricultural Sciences, 1999, p. 93 – 110.

8. ANEXOS

8.1 CONCENTRAÇÃO DE PARTICULADOS NO AR

8.1.1 Metodologias de coleta

As metodologias da NIOSH (OSHA, 1994) e NHO-03 (FUNDACENTRO, 2001) foram adaptadas para as condições deste estudo, no entanto, estabelece em linhas gerais, todas as etapas para avaliação desta variável como preparo dos filtros, preparação para coleta, calibração e controle de qualidade, mensuração e cálculos do resultado final, descritos a seguir.

Condições preliminares para análise gravimétrica

- Ajustar as condições de laboratório provido de ar-condicionado para Umidade e Temperatura do ar padronizado, em cerca de 20 a 25°C e variação máxima de Umidade Relativa do Ar de 10%;
- Providenciar caixa de estabilização com entrada de ar filtrado (tela de *nylon*) pela parte inferior;
- Utilizar cassetes ou porta-filtros previamente lavados com detergente neutro e secos em estufa a 50°C;
- Todo o material a ser utilizado, assim como a balança analítica e bancada devem ser limpos com álcool etílico e lenço de papel.

Preparação dos filtros antes da amostragem

- Identificar os cassetes seguindo código de letras;

- Reservar dois cassetes como Filtro Testemunho que devem ser pesados a cada grupo de 10 cassetes a serem utilizados para as coletas. Estes filtros correspondem ao branco analítico e são utilizados apenas no laboratório;
- Colocar o suporte de filtro com a face abaulada voltada para dentro do cassete e sobre este, o filtro de PVC com a face mais rugosa voltada para dentro do cassete, utilizando pinça metálica ou de *nylon*. Segurar pelas bordas do filtro, no local onde não será feita a deposição do material;
- Colocar os cassetes abertos com o conjunto filtro + suporte (Figura 93) dentro da caixa de estabilização, em repouso por 3 h, no mínimo;

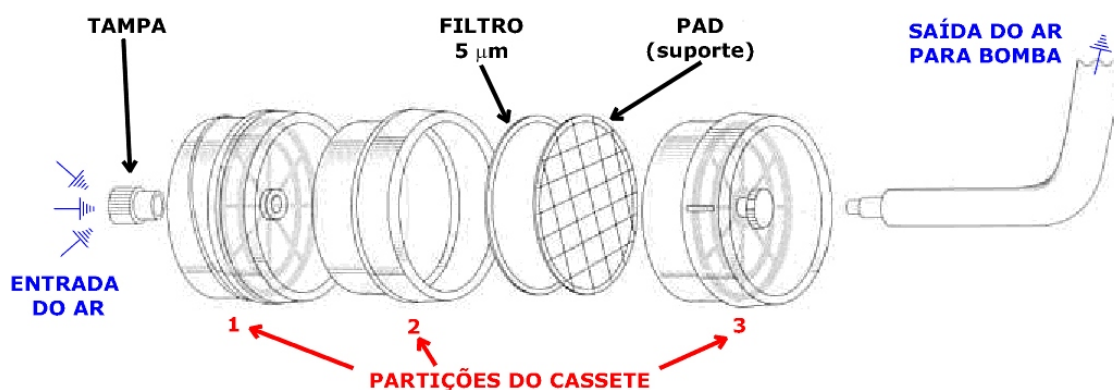


Figura 93. Componentes do cassete de três partes para avaliação de concentração de poeira total da amostra de ar.

- Pesar o filtro em balança analítica arquivando o número da amostra e o peso (P1 – mg), repetindo as pesagens no mínimo duas vezes para cada filtro e adotando a média dos valores como peso inicial do filtro. Se houver diferença entre as duas pesagens, proceder a uma terceira pesagem, descartando o valor mais afastado e compor a média com os dois valores mais próximos. Recomendações: zerar a balança antes de cada pesagem e utilizar peça de vidro que exponha as bordas do filtro de maneira a facilitar a sua retirada do prato da balança;
- Fechar o cassete ajustando suas três partes, utilizando placa rígida (madeira ou metálica) para evitar vazamentos. Tampar os orifícios de entrada e saída do ar com tampas de cor azul (entrada) e vermelha (saída) e passar fita “veda rosca” ao seu redor para impedir a entrada de material particulado pelas laterais do cassete;

- Verificar o vazamento do cassete utilizando a medição de perda de carga com manômetro de coluna d'água em U. A faixa de aceitabilidade é de 30 a 50 mmCA para este tipo de cassete e filtro, utilizando bomba calibrada para a vazão de 1,7 L/min.

8.1.1.1 Concentração de particulados no ar – fração total

Coleta da amostra e Transporte do cassete

- Para a coleta da amostra, deve ser removida a tampa vermelha do orifício do cassete onde será inserido o tubo plástico da bomba de amostragem. A tampa azul deve ser removida para a entrada do ar;
- O cassete deve ser posicionado de maneira a ficar dependurado com seu orifício de entrada de ar voltado para baixo, à semelhança da coleta para amostragem pessoal;
- Após a amostragem, o cassete deve ser removido delicadamente, ter seus orifícios novamente fechados pelas tampas azul e vermelha, e acondicionado em valise de maneira a ficar com o filtro de PVC contendo a poeira, voltado para cima;
- O transporte deve se dar de maneira a não despregar o material particulado do filtro, evitando-se grandes impactos no cassete.

Análise da amostra no laboratório

- Passar um papel absorvente com álcool etílico na superfície externa do cassete para reduzir a contaminação. Descartar o papel;
- Remover as tampas azul e vermelha do filtro cassete e colocá-lo dentro do dessecador por 3 h, no mínimo;
- Anotar o número da amostra na etiqueta externa, removendo-a a seguir, juntamente com a fita “veda rosca”;
- Abrir o cassete gentilmente, utilizando-se espátula para abertura lateral e haste em madeira para erguer o filtro sem perda de material particulado no manuseio; transportar o filtro do cassete até a peça de vidro segurando com pinça pelas bordas, cuidadosamente, sem virar o filtro;

→ Pesar os filtros testemunhos e todos os filtros em balança analítica zerada previamente, armazenando o valor (Peso 2 – mg), repetindo as pesagens da mesma maneira indicada na pesagem prévia do filtro limpo.

Cálculo do Fator de correção das pesagens

$$F = \frac{(c - a) + (d - b)}{2} \quad (\text{Eq.14})$$

Onde: F = Fator de correção

→ a = massa inicial do filtro testemunho T1;

→ b = massa inicial do filtro testemunho T2;

→ c = massa final do filtro testemunho T1;

→ d = massa final do filtro testemunho T2.

Se $F > 0$ Massa corrigida = (massa da amostra) – F

Se $F < 0$ Massa corrigida = (massa da amostra) + F

Este fator de correção compensa as variações ocorridas entre as duas pesagens de um mesmo filtro, em dias diferentes, com base nas diferenças verificadas para os filtros testemunhos.

Cálculo da concentração de partículas totais no volume de ar amostrado

Calcular a concentração através da fórmula:

$$C = \frac{(P_2 - P_1) \cdot 10^3}{V} \quad (\text{mg/m}^3) \quad (\text{Eq.15})$$

Onde:

P_1 = peso ou massa corrigida do filtro antes da amostragem (mg);

P_2 = peso ou massa corrigida do filtro depois da amostragem (mg);

V = volume de ar amostrado (L).

8.1.1.2 Concentração de particulados no ar – fração respirável

Coleta da amostra e Transporte do cassete

- Remover as impurezas que porventura existirem no depósito de poeira do ciclone, evitando-se o acúmulo de material particulado de diâmetros maiores no filtro;
- Para a coleta da amostra, deve ser removida a tampa vermelha do orifício do cassete onde será encaixado o pino de ajuste do tubo plástico da bomba de amostragem. A tampa azul deve ser removida para o encaixe do pino que se acopla ao reservatório de poeira;
- O ciclone deve ser posicionado de maneira a ficar dependurado com seu orifício de entrada de ar voltado para baixo, à semelhança da coleta para amostragem pessoal;
- Após a amostragem, o cassete deve ser removido delicadamente, ter seus orifícios novamente fechados pelas tampas azul e vermelha, e acondicionado em valise de maneira a ficar com o filtro de PVC contendo a poeira, voltado para cima;
- O transporte deve se dar de maneira a não despregar o material particulado do filtro, evitando-se grandes impactos no cassete.

Calibração das bombas de amostragem pessoal

A metodologia descrita acima, considera como fator determinante de precisão, a vazão de sucção do ar para a amostragem que é ajustada para cada coleta através do uso de um calibrador de bombas de amostragem Modelo *Giliberator 800271 (Gilian, EUA)*, ilustrado na Figura 94.

A calibragem de cada bomba de amostragem de ar deverá ser realizada antes e depois de cada coleta, seguindo-se os passos recomendados pelo fabricante:

- Encaixar o pistão na base de calibração;
- Ligar o equipamento e aguardar seu *check-list*;
- Carregar o pistão com sabão apropriado até o nível indicado;
- Pressionar o pino manual até que se forme, internamente ao pistão, uma bolha de sabão adequada até a linha superior da célula;

- Conectar a mangueira de saída do pistão à entrada do cassete de calibração contendo filtro PVC 0,5 μm + suporte, e conectando a saída do cassete ao tubo plástico da bomba de amostragem.
- Ajustar manualmente, no cilindro de vazão da bomba, uma vazão aproximada à desejada;
- Pressionar o pino manual do calibrador de modo a formar uma bolha única que resulte numa leitura única de vazão. Repetir este procedimento por 10 vezes, até se obter uma média que represente a vazão da bomba;
- Ajustar manualmente, no cilindro de vazão da bomba, para obter uma maior ou menor vazão da anterior;
- Zerar a leitura do calibrador (pressionar *Reset*) e repetir o procedimento 7 até se obter uma vazão média adequada. Proceder desta maneira, até se atingir a vazão estabelecida na metodologia.



Figura 94. Calibração da bomba de amostragem pessoal com o Calibrador Gilibrator, Gilian, USA.

8.2 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

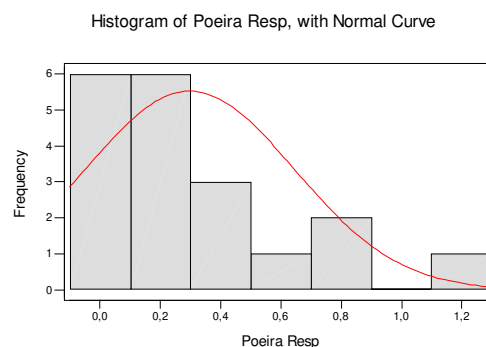
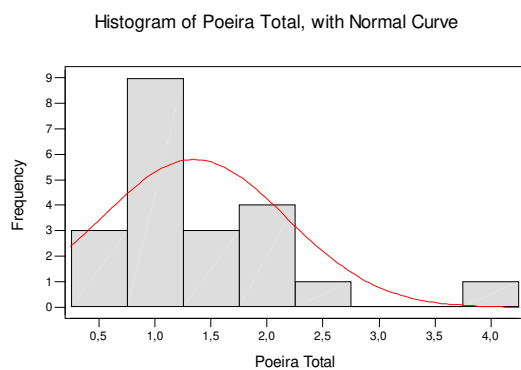
8.2.1 Poeira Total

8.2.1.1 Análise Descritiva

Variable	Galpao	N	N*	Mean	Median	TrMean
Poeira T	1	10	2	1,117	0,840	1,023
	2	11	1	1,559	1,250	1,399

Variable	Galpao	StDev	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1
Poeira T	1	0,688	0,218	0,490	2,500	0,737
	2	0,915	0,276	0,530	4,030	1,110

Variable	Galpao	Q3
Poeira T	1	1,433
	2	1,780



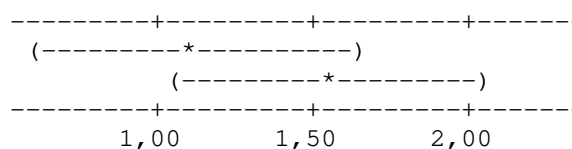
8.2.1.2 Análise de Variância

Analysis of Variance for Poeira T					
Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	1,024	1,024	1,54	0,230
Error	19	12,631	0,665		
Total	20	13,655			

Level	N	Mean	StDev
1	10	1,1170	0,6883
2	11	1,5591	0,9147

Pooled StDev = 0,8153

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev



Fisher's pairwise comparisons

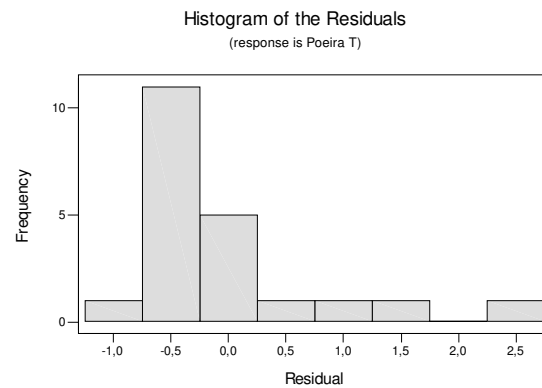
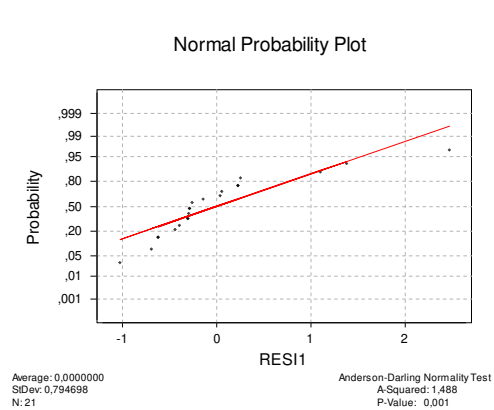
Family error rate = 0,0500

Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,093

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1
2	-1,1877 0,3035



8.2.1.3 Teste de Kruskal-Wallis – diferenças entre os galpões

21 cases were used

3 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Poeira T

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	10	0,8400	8,5	-1,76
2	11	1,2500	13,3	1,76
Overall	21		11,0	

H = 3,10 DF = 1 P = 0,078

H = 3,11 DF = 1 P = 0,078 (adjusted for ties)

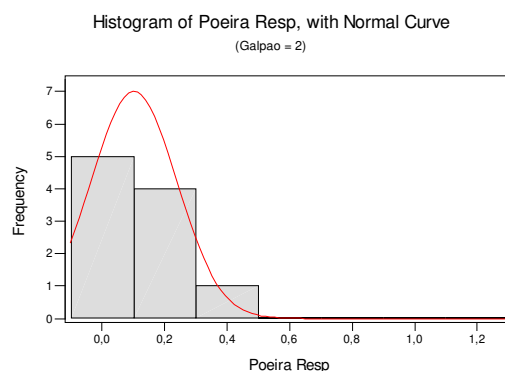
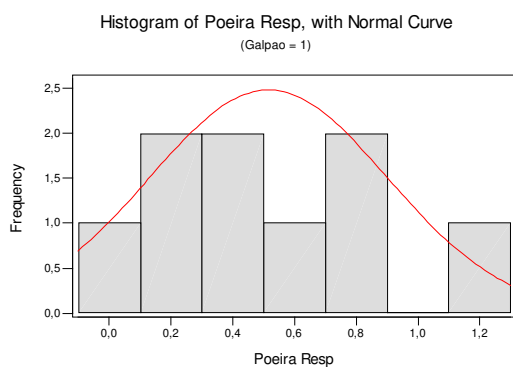
8.2.2 Poeira Respirável

8.2.2.1 Análise Descritiva

Variable	Galpao	N	N*	Mean	Median	TrMean
Poeira R	1	9	3	0,516	0,420	0,516
	2	10	2	0,1020	0,0800	0,0700

Variable	Galpao	StDev	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1
Poeira R	1	0,386	0,129	0,000	1,250	0,235
	2	0,1365	0,0432	0,0000	0,4600	0,0000

Variable	Galpao	Q3
Poeira R	1	0,810
	2	0,1225



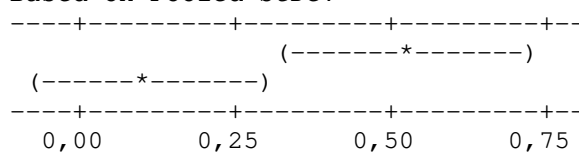
8.2.2.2 Análise de Variância

Analysis of Variance for Poeira R					
Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	0,8101	0,8101	10,14	0,005
Error	17	1,3580	0,0799		
Total	18	2,1681			

Level	N	Mean	StDev
1	9	0,5156	0,3857
2	10	0,1020	0,1365

Pooled StDev = 0,2826

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev



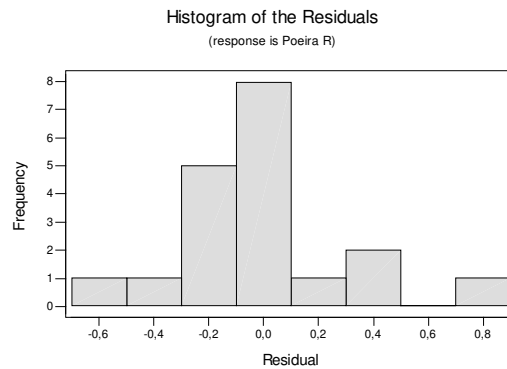
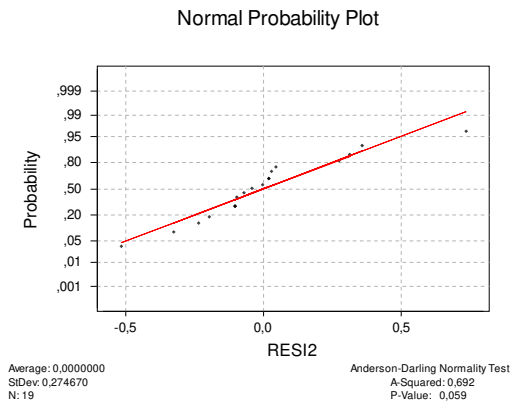
Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,110

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1
2	0,1395
	0,6876



8.2.2.3 Teste de Kruskal-Wallis – Diferenças entre galpões

19 cases were used

5 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Poeira R

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	9	0,42000	13,6	2,65
2	10	0,08000	6,8	-2,65
Overall	19		10,0	

H = 7,04 DF = 1 P = 0,008

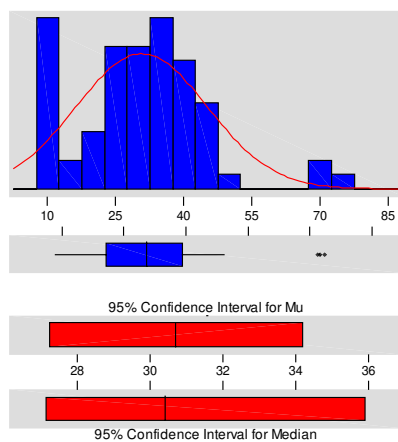
H = 7,11 DF = 1 P = 0,008 (adjusted for ties)

8.2.3 Condições de cama-de-frango

8.2.3.1 Umidade de cama-de-frango

Ánalyse Descritiva

Descriptive Statistics



Variable: U Cama
Group: 1

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared:	0,898
P-Value:	0,021

Mean	30,7017
StDev	14,4794
Variance	209,653
Skewness	0,709210
Kurtosis	1,22695
N	69

Minimum	8,3600
1st Quartile	20,7050
Median	30,3900
3rd Quartile	39,1750
Maximum	73,5300

95% Confidence Interval for Mu

27,2234	34,1801
---------	---------

95% Confidence Interval for Sigma

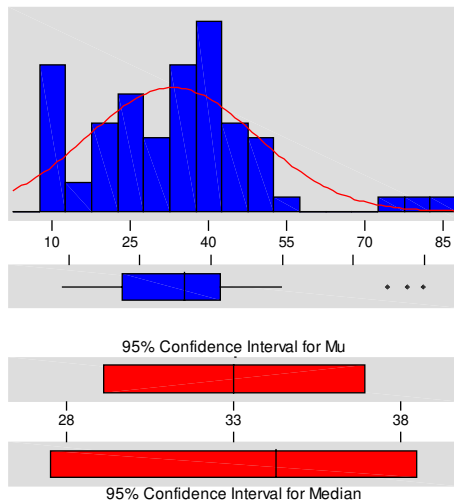
12,4020	17,3993
---------	---------

95% Confidence Interval for Median

27,1111	35,8956
---------	---------

G₁

Descriptive Statistics



Variable: U CAMA
Group: 2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 1,025
P-Value: 0,010

Mean 33,0081
StDev 16,2658
Variance 264,578
Skewness 0,827471
Kurtosis 1,51865
N 69

Minimum 8,7200
1st Quartile 21,1350
Median 34,2800
3rd Quartile 41,7850
Maximum 84,7400

95% Confidence Interval for Mu
29,1006 36,9156

95% Confidence Interval for Sigma
13,9321 19,5460

95% Confidence Interval for Median
27,4879 38,4599

G₂

Análise de Variância – Diferenças entre galpões

Analysis of Variance for U CAMA

Source	DF	SS	MS	F	P
GALPAO	1	184	184	0,77	0,381
Error	136	32248	237		
Total	137	32431			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	69	30,70	14,48	(-----*-----)
2	69	33,01	16,27	(-----*-----)

Pooled StDev = 15,40

30,0 33,0 36,0

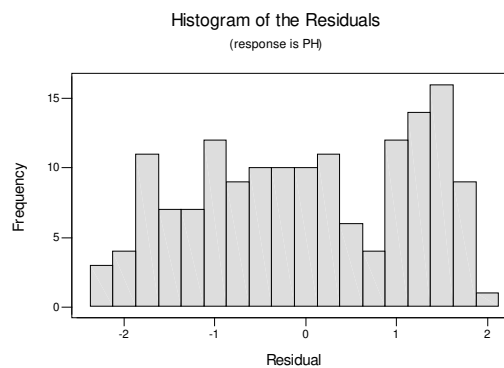
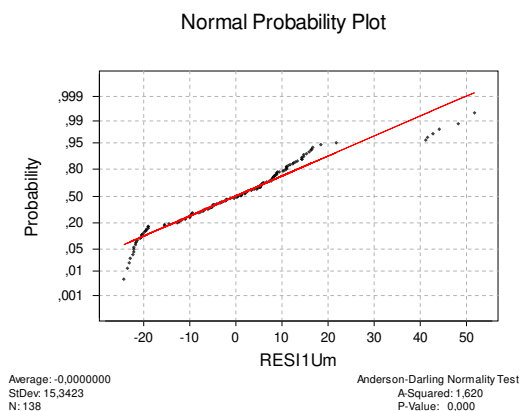
Tukey's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,80

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-7,49 2,88



Teste de normalidade e histograma me distribuição dos resíduos da análise dos dados de umidade de cama-de-frango.

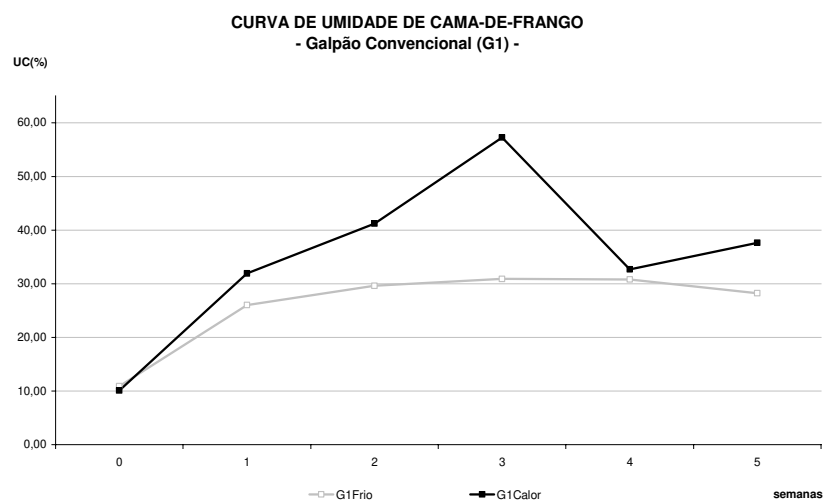
Teste de Kruskal-Wallis – Diferenças entre lotes

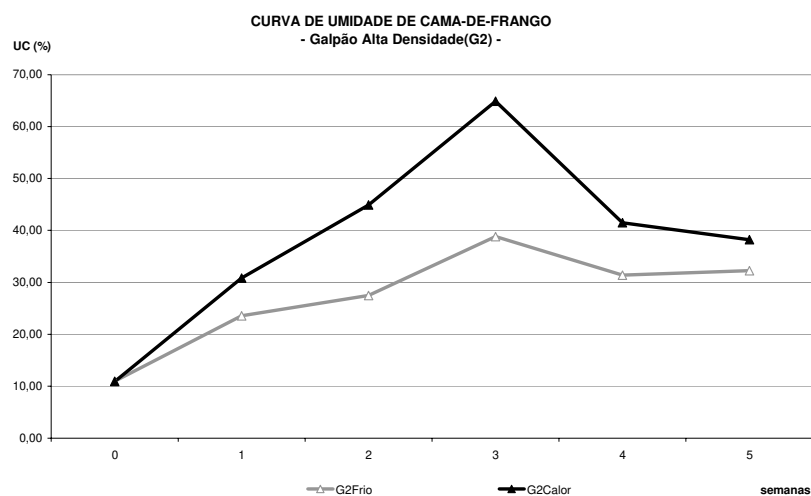
138 cases were used
24 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on U CAMA

LOTE	N	Median	Ave Rank	Z
6	30	21,13	39,1	-4,71 (FRIO)
7	36	32,72	68,4	-0,19 (FRIO)
8	36	40,96	87,8	3,20 (CALOR)
9	36	36,08	77,6	1,42 (CALOR)
Overall	138		69,5	

H = 26,39 DF = 3 P = 0,000

H = 26,39 DF = 3 P = 0,000 (adjusted for ties)





Época de calor

Kruskal-Wallis Test – Entre galpões

Kruskal-Wallis Test on U CAMA

GALPAO	N	Median	Ave Rank	Z
1	36	35,92	33,2	-1,32
2	36	40,76	39,8	1,32
Overall	72		36,5	

H = 1,74 DF = 1 P = 0,188

H = 1,74 DF = 1 P = 0,188 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores

Kruskal-Wallis Test on U CAMA

SETOR	N	Median	Ave Rank	Z
1	24	37,51	36,6	0,02
2	24	34,84	33,8	-0,77
3	24	38,38	39,1	0,75
Overall	72		36,5	

H = 0,77 DF = 2 P = 0,681

H = 0,77 DF = 2 P = 0,681 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G1

Kruskal-Wallis Test on UCG1

SetG1	N	Median	Ave Rank	Z
1	12	36,14	18,8	0,12
2	12	33,25	16,9	-0,65
3	12	36,59	19,8	0,54
Overall	36		18,5	

H = 0,49 DF = 2 P = 0,784

H = 0,49 DF = 2 P = 0,784 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G2

Kruskal-Wallis Test on UCG2

SetG2	N	Median	Ave Rank	Z
1	12	39,65	18,0	-0,22
2	12	37,81	17,5	-0,40
3	12	41,35	20,0	0,62
Overall	36		18,5	

H = 0,40 DF = 2 P = 0,820

H = 0,40 DF = 2 P = 0,820 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 0)

12 cases were used

16 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Sem0

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	10,16	5,2	-1,28
2	6	10,98	7,8	1,28
Overall	12		6,5	

H = 1,64 DF = 1 P = 0,200

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 1)

12 cases were used

16 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Sem1

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	30,30	6,3	-0,16
2	6	30,54	6,7	0,16
Overall	12		6,5	

H = 0,03 DF = 1 P = 0,873

H = 0,03 DF = 1 P = 0,873 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 2)

12 cases were used
16 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem2

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	44,04	5,7	-0,80
2	6	44,97	7,3	0,80
Overall	12		6,5	

H = 0,64 DF = 1 P = 0,423

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 3)

12 cases were used
16 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem3

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	58,39	5,0	-1,44
2	6	63,30	8,0	1,44
Overall	12		6,5	

H = 2,08 DF = 1 P = 0,150

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 4)

12 cases were used
16 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem4

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	31,85	3,5	-2,88
2	6	41,02	9,5	2,88
Overall	12		6,5	

H = 8,31 DF = 1 P = 0,004

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 5)

12 cases were used
16 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem5

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	36,89	6,3	-0,16
2	6	38,88	6,7	0,16
Overall	12		6,5	

H = 0,03 DF = 1 P = 0,873

Época de frio

Kruskal-Wallis Test – Entre galpões

Kruskal-Wallis Test on U CAMA

GALPAO	N	Median	Ave Rank	Z
1	33	25,07	32,8	-0,28
2	33	25,28	34,2	0,28
Overall	66		33,5	

H = 0,08 DF = 1 P = 0,783

Kruskal-Wallis Test – Entre setores

Kruskal-Wallis Test on U CAMA

SETOR	N	Median	Ave Rank	Z
1	22	27,44	35,9	0,71
2	22	23,45	31,5	-0,61
3	22	24,15	33,2	-0,10
Overall	66		33,5	

H = 0,59 DF = 2 P = 0,745

Kruskal-Wallis Test – Entre setores do galpão G1

Kruskal-Wallis Test on UCG1

SETG1	N	Median	Ave Rank	Z
1	11	26,56	18,4	0,57
2	11	23,44	15,9	-0,46
3	11	25,07	16,7	-0,11
Overall	33		17,0	

H = 0,37 DF = 2 P = 0,832

Kruskal-Wallis Test – Entre setores do galpão G2

Kruskal-Wallis Test on UCG2

SETG2	N	Median	Ave Rank	Z
1	11	33,32	17,9	0,38
2	11	23,46	16,2	-0,34
3	11	23,24	16,9	-0,04
Overall	33		17,0	

H = 0,18 DF = 2 P = 0,915

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 0)

Kruskal-Wallis Test on Sem0

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	10,95	6,2	-0,32
2	6	11,07	6,8	0,32
Overall	12		6,5	

H = 0,10 DF = 1 P = 0,749

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 1)

Kruskal-Wallis Test on Sem1

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	26,16	8,2	1,60
2	6	23,42	4,8	-1,60
Overall	12		6,5	

H = 2,56 DF = 1 P = 0,109

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 2)

Kruskal-Wallis Test on Sem2

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	28,32	6,3	-0,16
2	6	23,79	6,7	0,16
Overall	12		6,5	

H = 0,03 DF = 1 P = 0,873

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 3)

Kruskal-Wallis Test on Sem3

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	30,40	5,0	-1,44
2	6	39,03	8,0	1,44
Overall	12		6,5	

H = 2,08 DF = 1 P = 0,150

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 4)

Kruskal-Wallis Test on Sem4

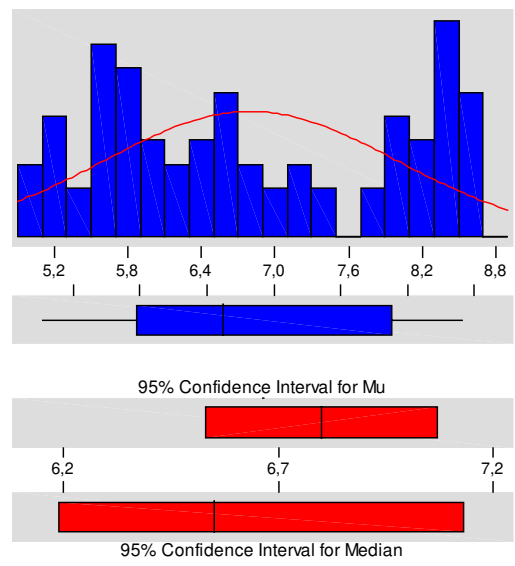
Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	31,19	6,7	0,16
2	6	34,31	6,3	-0,16
Overall	12		6,5	

H = 0,03 DF = 1 P = 0,873

8.2.3.2 pH de cama-de-frango

Análise Descritiva

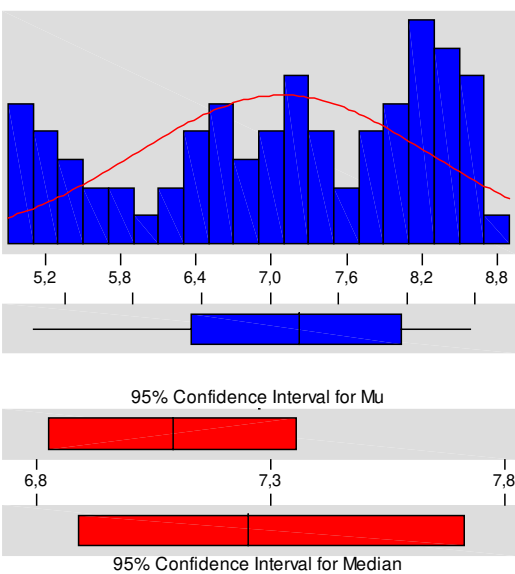
Descriptive Statistics



Variable: PH	
Group: 1	
Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared:	2,265
P-Value:	0,000
Mean	6,80090
StDev	1,19198
Variance	1,42081
Skewness	0,189462
Kurtosis	-1,41168
N	78
Minimum	4,93000
1st Quartile	5,76500
Median	6,55000
3rd Quartile	8,06250
Maximum	8,69000
95% Confidence Interval for Mu	
6,53215	7,06965
95% Confidence Interval for Sigma	
1,02982	1,41522
95% Confidence Interval for Median	
6,18749	7,13000

G₁

Descriptive Statistics



Variable: PH	
Group: 2	
Anderson-Darling Normality Test	
A-Squared:	1,647
P-Value:	0,000
Mean	7,08897
StDev	1,16819
Variance	1,36466
Skewness	-4,4E-01
Kurtosis	-1,01613
N	78
Minimum	4,93000
1st Quartile	6,30250
Median	7,25000
3rd Quartile	8,14750
Maximum	8,76000
95% Confidence Interval for Mu	
6,82559	7,35236
95% Confidence Interval for Sigma	
1,00927	1,38698
95% Confidence Interval for Median	
6,88625	7,71125

G₂

Análise de Variância – Diferenças entre galpões

Analysis of Variance for PH

Source	DF	SS	MS	F	P
GALPAO	1	3,24	3,24	2,32	0,129
Error	154	214,48	1,39		
Total	155	217,72			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	78	6,801	1,192	(-----*-----)
2	78	7,089	1,168	(-----*-----)

Pooled StDev = 1,180

6,75 7,00 7,25

Tukey's pairwise comparisons

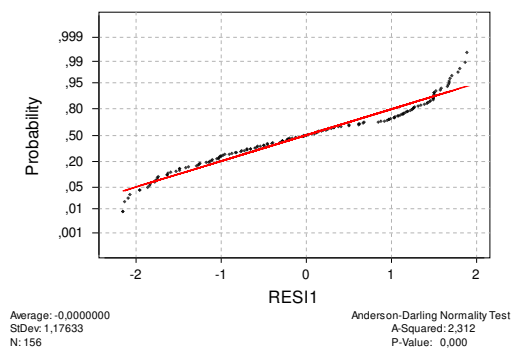
Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,79

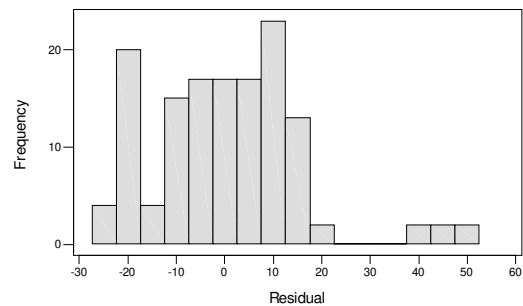
Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-0,661 0,085

Normal Probability Plot



Histogram of the Residuals
(response is U CAMA)



Teste de normalidade e histograma de distribuição de resíduos dos dados de ph de cama-de-frango.

Kruskal-Wallis Test – Entre lotes

156 cases were used

6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PH

LOTE	N	Median	Ave Rank	Z
6	24	6,725	70,7	-0,92
7	36	6,235	57,5	-3,18
8	36	7,745	83,3	0,73
9	36	8,175	100,6	3,34
10	24	6,565	77,4	-0,13
Overall	156		78,5	

H = 17,51 DF = 4 P = 0,002

H = 17,51 DF = 4 P = 0,002 (adjusted for ties)

Lotes de frio = 6, 7 e 10

Lotes de calor = 8 e 9

Época de calor

Kruskal-Wallis Test – Entre galpões

Kruskal-Wallis Test on PH

GALPAO	N	Median	Ave Rank	Z
1	36	7,875	36,1	-0,15
2	36	8,025	36,9	0,15
Overall	72		36,5	

H = 0,02 DF = 1 P = 0,884

H = 0,02 DF = 1 P = 0,884 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores

Kruskal-Wallis Test on PH

SETOR	N	Median	Ave Rank	Z
1	24	7,990	37,1	0,19
2	24	7,755	35,2	-0,37
3	24	7,970	37,1	0,19
Overall	72		36,5	

H = 0,14 DF = 2 P = 0,934

H = 0,14 DF = 2 P = 0,934 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G1

Kruskal-Wallis Test on pHG1

SetorG1	N	Median	Ave Rank	Z
1	12	8,015	19,5	0,40
2	12	7,485	17,7	-0,34
3	12	7,860	18,3	-0,07
Overall	36		18,5	

H = 0,19 DF = 2 P = 0,911

H = 0,19 DF = 2 P = 0,911 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G2

Kruskal-Wallis Test on pHG2

SetorG2	N	Median	Ave Rank	Z
1	12	7,990	18,5	-0,02
2	12	7,755	17,6	-0,37
3	12	8,090	19,5	0,39
Overall	36		18,5	

H = 0,19 DF = 2 P = 0,909

H = 0,19 DF = 2 P = 0,909 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - Entre semanas (Semana 0)

Kruskal-Wallis Test on Sem0

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	5,110	8,3	1,76
2	6	4,970	4,7	-1,76
Overall	12		6,5	

H = 3,10 DF = 1 P = 0,078

H = 3,16 DF = 1 P = 0,076 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - Entre semanas (Semana 1)

Kruskal-Wallis Test on Sem1

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	7,490	5,5	-0,96
2	6	8,330	7,5	0,96
Overall	12		6,5	

H = 0,92 DF = 1 P = 0,337

H = 0,93 DF = 1 P = 0,336 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 2)

Kruskal-Wallis Test on Sem2

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	6,625	4,7	-1,76
2	6	7,315	8,3	1,76
Overall	12		6,5	

H = 3,10 DF = 1 P = 0,078

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 3)

Kruskal-Wallis Test on Sem3

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	7,875	6,8	0,32
2	6	7,885	6,2	-0,32
Overall	12		6,5	

H = 0,10 DF = 1 P = 0,749

H = 0,10 DF = 1 P = 0,748 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 4)

Kruskal-Wallis Test on Sem4

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	8,400	7,7	1,12
2	6	8,240	5,3	-1,12
Overall	12		6,5	

H = 1,26 DF = 1 P = 0,262

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 5)

Kruskal-Wallis Test on Sem5

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	8,260	6,4	-0,08
2	6	8,270	6,6	0,08
Overall	12		6,5	

H = 0,01 DF = 1 P = 0,936

H = 0,01 DF = 1 P = 0,936 (adjusted for ties)

Época de frio

Kruskal-Wallis Test – Entre galpões

84 cases were used
6 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on PH

GALPAO	N	Median	Ave Rank	Z
1	42	6,150	37,2	-1,98
2	42	6,905	47,8	1,98
Overall	84		42,5	

H = 3,93 DF = 1 P = 0,048
H = 3,93 DF = 1 P = 0,048 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores

84 cases were used
6 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on PH

SETOR	N	Median	Ave Rank	Z
1	28	6,520	41,6	-0,25
2	28	6,870	45,6	0,82
3	28	6,475	40,3	-0,57
Overall	84		42,5	

H = 0,71 DF = 2 P = 0,701
H = 0,71 DF = 2 P = 0,701 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G1

42 cases were used
3 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on pHG1

SetorG1	N	Median	Ave Rank	Z
1	14	5,965	21,0	-0,19
2	14	6,390	22,4	0,35
3	14	6,160	21,1	-0,16
Overall	42		21,5	

H = 0,12 DF = 2 P = 0,942
H = 0,12 DF = 2 P = 0,942 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre setores no galpão G2

42 cases were used

3 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on pHG2

SetorG2	N	Median	Ave Rank	Z
1	14	6,985	21,5	0,01
2	14	7,145	23,8	0,84
3	14	6,610	19,2	-0,85
Overall	42		21,5	

H = 0,96 DF = 2 P = 0,620

H = 0,96 DF = 2 P = 0,620 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - Entre semanas (Semana 0)

12 cases were used

6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Sem0

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	5,410	7,9	1,36
2	6	5,275	5,1	-1,36
Overall	12		6,5	

H = 1,85 DF = 1 P = 0,173

H = 1,86 DF = 1 P = 0,173 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - Entre semanas (Semana 1)

Kruskal-Wallis Test on Sem1

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	9	6,040	7,6	-1,55
2	9	6,550	11,4	1,55
Overall	18		9,5	

H = 2,39 DF = 1 P = 0,122

H = 2,39 DF = 1 P = 0,122 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 2)

Kruskal-Wallis Test on Sem2

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	9	5,980	6,7	-2,25
2	9	6,800	12,3	2,25
Overall	18		9,5	

H = 5,07 DF = 1 P = 0,024

H = 5,08 DF = 1 P = 0,024 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 3)

12 cases were used
6 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem3

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	6	6,180	5,0	-1,44
2	6	6,690	8,0	1,44
Overall	12		6,5	

H = 2,08 DF = 1 P = 0,150

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 4)

Kruskal-Wallis Test on Sem4

Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	9	7,300	8,4	-0,88
2	9	8,130	10,6	0,88
Overall	18		9,5	

H = 0,78 DF = 1 P = 0,377

H = 0,78 DF = 1 P = 0,377 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – Entre semanas (Semana 5)

6 cases were used
12 cases contained missing values
Kruskal-Wallis Test on Sem5

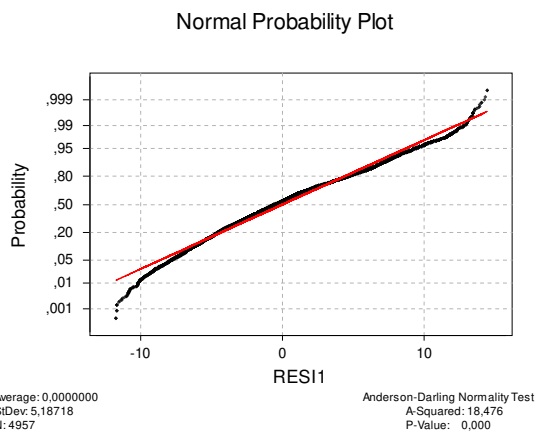
Galpoes	N	Median	Ave Rank	Z
1	3	7,420	3,3	-0,22
2	3	7,590	3,7	0,22
Overall	6		3,5	

H = 0,05 DF = 1 P = 0,827

* NOTE * One or more small samples

8.2.4 Variáveis bioclimáticas

Análise Descritiva



Teste de Kruskal-Wallis – Diferença entre lotes

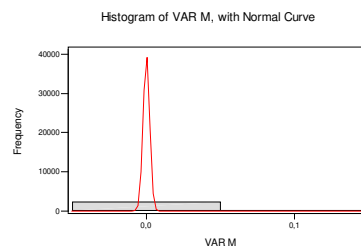
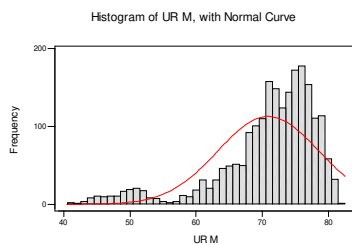
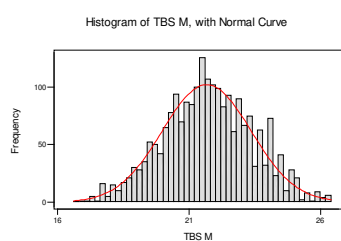
Kruskal-Wallis Test on TBS G1L

Lotes	N	Median	Ave Rank	Z
7	2104	21,60	3156,1	-22,94
8	2104	24,40	4709,7	10,93
9	2104	24,90	5155,6	20,65
10	2104	22,55	3812,6	-8,63
Overall	8416		4208,5	

H = 859,78 DF = 3 P = 0,000

H = 860,40 DF = 3 P = 0,000 (adjusted for ties)

Época de Frio (Período Crítico das 7:30 – 19:00h)



Descriptive Statistics

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	2163	21,018	20,750	20,975	2,104
	2	2163	21,668	21,600	21,669	1,691
UR M	1	2163	72,694	74,600	73,284	7,395
	2	2163	70,894	72,500	71,664	7,647
VAR M	1	2163	0,00179	0,00000	-0,00000	0,01721
	2	2163	0,00005	0,00000	0,00000	0,00215

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,045	15,500	26,650	19,600	22,400
	2	0,036	16,900	26,300	20,450	22,800
UR M	1	0,159	44,600	84,900	69,950	77,750
	2	0,164	40,500	82,100	68,250	76,100
VAR M	1	0,00037	0,00000	0,30000	0,00000	0,00000
	2	0,00005	0,00000	0,10000	0,00000	0,00000

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	2163	20,75	1925,4	-12,54
2	2163	21,60	2401,6	12,54
Overall	4326		2163,5	

H = 157,22 DF = 1 P = 0,000

H = 157,26 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	2163	74,60	2354,3	10,05
2	2163	72,50	1972,7	-10,05
Overall	4326		2163,5	

H = 100,95 DF = 1 P = 0,000

H = 100,95 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	2163	0,00E+00	2176,0	0,66
2	2163	0,00E+00	2151,0	-0,66
Overall	4326		2163,5	

H = 0,43 DF = 1 P = 0,510

H = 23,31 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Galpão G1

Descriptive Statistics

Variable	Setor	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	721	20,050	19,850	20,039	1,657
	2	722	22,059	22,000	22,105	2,386
	3	720	20,942	20,650	20,903	1,680
UR M	1	721	73,443	75,100	74,066	7,418
	2	722	73,188	75,325	73,795	7,546
	3	720	71,449	73,275	72,054	7,061
VAR M	1	721	0,00345	0,00000	-0,00000	0,02569
	2	722	0,00029	0,00000	0,00000	0,00553
	3	720	0,00164	0,00000	0,00000	0,01395

Variable	Setor	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,062	15,500	25,500	19,050	21,200
	2	0,089	16,500	26,600	20,325	24,000
	3	0,063	17,100	26,650	19,850	22,000
UR M	1	0,276	45,900	84,900	70,850	78,875
	2	0,281	45,900	84,850	70,675	78,100
	3	0,263	44,600	82,950	68,463	76,438
VAR M	1	0,00096	0,00000	0,30000	0,00000	0,00000
	2	0,00021	0,00000	0,11000	0,00000	0,00000
	3	0,00052	0,00000	0,15000	0,00000	0,00000

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	19,85	794,7	-15,13
2	722	22,00	1367,3	15,04
3	720	20,65	1083,6	0,08
Overall	2163		1082,0	

H = 303,28 DF = 2 P = 0,000

H = 303,41 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	75,10	1167,9	4,52
2	722	75,32	1144,8	3,31
3	720	73,28	933,0	-7,84
Overall	2163		1082,0	

H = 61,90 DF = 2 P = 0,000

H = 61,91 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	0,00E+00	1090,1	0,43
2	722	0,00E+00	1072,0	-0,53
3	720	0,00E+00	1084,0	0,10
Overall	2163		1082,0	

H = 0,31 DF = 2 P = 0,855

H = 8,82 DF = 2 P = 0,012 (adjusted for ties)

Correlations (Pearson)

	TBS M	UR M
UR M	-0,467 0,000	

VAR M	-0,072 0,001	0,046 0,031
-------	-----------------	----------------

Cell Contents: Correlation
P-Value

Galpão G₂

Descriptive Statistics

Variable	Setor	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	721	22,171	22,200	22,167	1,484
	2	722	21,101	21,050	21,064	1,582
	3	720	21,735	21,600	21,765	1,817
UR M	1	721	70,691	71,850	71,444	7,486
	2	722	72,123	74,500	72,959	7,633
	3	720	69,865	71,750	70,603	7,660
VAR M	1	721	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	2	722	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	3	720	0,00014	0,00000	0,00000	0,00373

Variable	Setor	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,055	18,550	26,250	21,350	23,100
	2	0,059	17,850	26,200	20,000	22,150
	3	0,068	16,900	26,300	20,450	23,125
UR M	1	0,279	40,500	82,100	68,575	75,675
	2	0,284	42,900	81,450	70,100	77,000
	3	0,285	41,400	80,200	67,213	75,238
VAR M	1	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	2	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
	3	0,00014	0,00000	0,10000	0,00000	0,00000

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	22,20	1276,5	10,24
2	722	21,05	863,5	-11,51
3	720	21,60	1106,3	1,28
Overall	2163		1082,0	

H = 159,33 DF = 2 P = 0,000

H = 159,38 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	71,85	1041,8	-2,12
2	722	74,50	1230,0	7,80
3	720	71,75	973,8	-5,69
Overall	2163		1082,0	

H = 65,17 DF = 2 P = 0,000

H = 65,17 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	721	0,00E+00	1081,5	-0,03
2	722	0,00E+00	1081,5	-0,03
3	720	0,00E+00	1083,0	0,05
Overall	2163		1082,0	

H = 0,00 DF = 2 P = 0,999

H = 2,00 DF = 2 P = 0,367 (adjusted for ties)

Correlations (Pearson)

	TBS M	UR M
UR M	-0,701 0,000	
VAR M	0,018 0,414	0,000 0,989

Cell Contents: Correlation
P-Value

Época de Calor (Período Crítico das 11:00 – 19:00h)

Análise Descritiva

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	1089	27,377	27,600	27,413	1,974
	2	1089	28,438	28,400	28,420	1,878
UR M	1	1089	70,084	69,500	69,919	8,282
	2	1089	66,831	66,700	66,771	7,199
VAR M	1	1089	0,4492	0,3900	0,4160	0,3774
	2	1089	1,4633	1,5000	1,4904	0,4632

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,060	21,600	32,100	25,900	28,700
	2	0,057	24,400	33,400	27,000	29,800
UR M	1	0,251	52,500	92,500	64,600	74,800
	2	0,218	49,300	85,400	61,650	71,700
VAR M	1	0,0114	0,0000	2,4300	0,1800	0,6200
	2	0,0140	0,0000	2,5000	1,2000	1,8000

Análise de Variância

Analysis of Variance for TBS M

Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	612,61	612,61	165,07	0,000
Error	2176	8075,74	3,71		
Total	2177	8688,35			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	1089	27,377	1,974	(--*--)
2	1089	28,438	1,878	(---*---)
Pooled StDev = 1,926				27,30 27,65 28,00 28,35

Fisher's pairwise comparisons

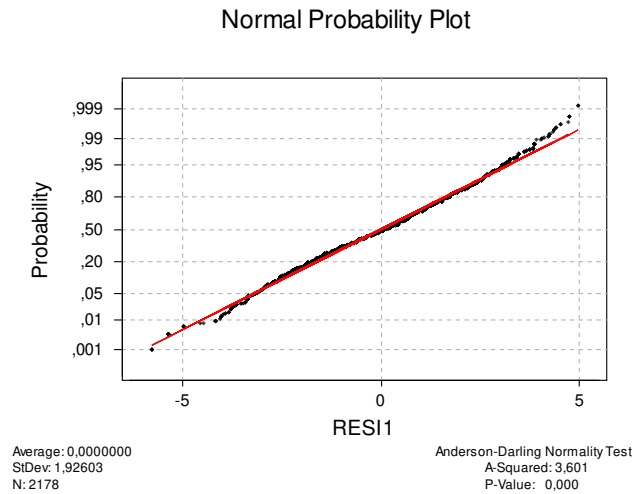
Family error rate = 0,0499

Individual error rate = 0,0500

Critical value = 1,961

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-1,223 -0,899



Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	1089	27,60	938,7	-11,19
2	1089	28,40	1240,3	11,19
Overall	2178		1089,5	

H = 125,23 DF = 1 P = 0,000

H = 125,29 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	1089	69,50	1206,3	8,67
2	1089	66,70	972,7	-8,67
Overall	2178		1089,5	

H = 75,10 DF = 1 P = 0,000

H = 75,10 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

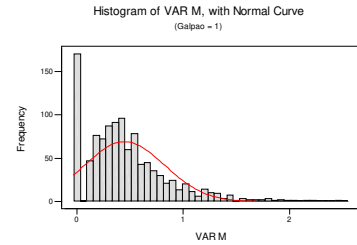
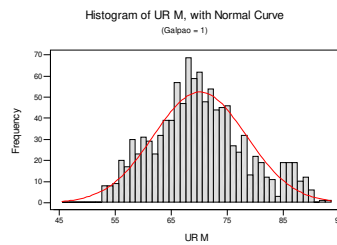
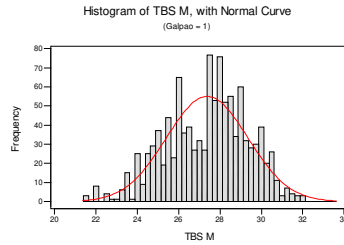
Kruskal-Wallis Test on VAR M

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	1089	0,3900	614,9	-35,22
2	1089	1,5000	1564,1	35,22
Overall	2178		1089,5	

H = 1240,23 DF = 1 P = 0,000

H = 1242,05 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Galpão G₁



Análise Descritiva

Variable	Setor	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	363	27,236	27,600	27,282	1,922
	2	363	27,480	27,800	27,519	1,938
	3	363	27,415	27,600	27,450	2,056
UR M	1	363	70,318	69,700	70,131	8,311
	2	363	69,721	69,200	69,594	8,124
	3	363	70,213	69,700	70,053	8,421
VAR M	1	363	0,2899	0,2900	0,2726	0,2413
	2	363	0,4593	0,4100	0,4324	0,3589
	3	363	0,5984	0,4900	0,5660	0,4395

Variable	Setor	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,101	21,600	31,700	25,700	28,500
	2	0,102	22,000	32,100	25,900	28,900
	3	0,108	21,600	31,900	25,900	28,900
UR M	1	0,436	53,400	89,900	65,100	74,700
	2	0,426	52,500	89,400	64,000	74,500
	3	0,442	52,700	92,500	64,200	75,600
VAR M	1	0,0127	0,0000	1,2700	0,0000	0,4300
	2	0,0188	0,0000	2,0000	0,2000	0,6600
	3	0,0231	0,0000	2,4300	0,3000	0,8300

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	27,60	523,2	-1,62
2	363	27,80	561,4	1,22
3	363	27,60	550,3	0,40
Overall	1089		545,0	

H = 2,83 DF = 2 P = 0,242

H = 2,84 DF = 2 P = 0,242 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	69,70	553,3	0,61
2	363	69,20	532,7	-0,92
3	363	69,70	549,1	0,30
Overall	1089		545,0	

H = 0,87 DF = 2 P = 0,647

H = 0,87 DF = 2 P = 0,647 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	0,2900	413,0	-9,79
2	363	0,4100	563,8	1,39
3	363	0,4900	658,2	8,40
Overall	1089		545,0	

H = 112,27 DF = 2 P = 0,000

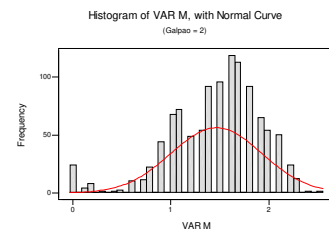
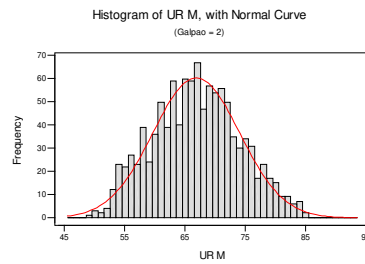
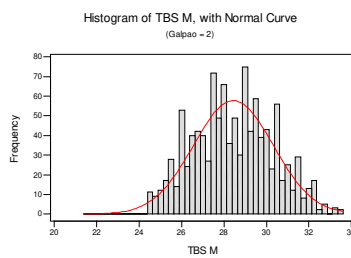
H = 112,72 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Correlations (Pearson)

	TBS M	UR M
UR M	-0,860 0,000	
VAR M	0,018 0,548	-0,069 0,023

Cell Contents: Correlation
P-Value

Galpão G₂



Análise Descritiva

Variable	Setor	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS M	1	363	28,260	28,100	28,224	1,995
	2	363	28,191	28,200	28,190	1,725
	3	363	28,862	28,900	28,865	1,836
UR M	1	363	69,892	70,000	69,899	7,136
	2	363	65,702	66,000	65,669	6,641
	3	363	64,899	65,200	64,856	6,806
VAR M	1	363	1,3587	1,5000	1,4006	0,3983
	2	363	1,5281	1,6000	1,5676	0,3907
	3	363	1,5030	1,6000	1,5211	0,5629

Variable	Setor	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS M	1	0,105	24,400	33,200	26,700	29,700
	2	0,091	24,400	32,500	26,800	29,500
	3	0,096	24,500	33,400	27,600	30,200
UR M	1	0,375	53,300	85,400	65,100	75,000
	2	0,349	50,200	80,400	61,000	70,400
	3	0,357	49,300	80,300	60,200	69,700
VAR M	1	0,0209	0,0000	2,2000	1,3000	1,6000
	2	0,0205	0,0000	2,2000	1,4000	1,8000
	3	0,0295	0,0000	2,5000	1,0000	2,0000

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	28,10	511,7	-2,47
2	363	28,20	507,7	-2,77
3	363	28,90	615,6	5,24
Overall	1089		545,0	

H = 27,48 DF = 2 P = 0,000

H = 27,49 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	70,00	672,3	9,44
2	363	66,00	499,0	-3,41
3	363	65,20	463,7	-6,03
Overall	1089		545,0	

H = 91,48 DF = 2 P = 0,000

H = 91,49 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR M

Setor	N	Median	Ave Rank	Z
1	363	1,500	457,4	-6,50
2	363	1,600	600,8	4,14
3	363	1,600	576,7	2,36
Overall	1089		545,0	

H = 43,28 DF = 2 P = 0,000

H = 43,52 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Correlations (Pearson)

	TBS M	UR M
UR M	-0,753 0,000	
VAR M	0,309 0,000	-0,382 0,000

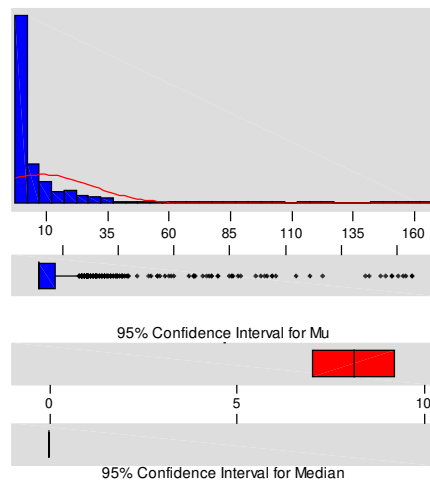
Cell Contents: Correlation
P-Value

8.2.5 Concentração de gases

8.2.5.1 Amônia

Análise Descritiva

ANÁLISE DESCRITIVA PARA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA
- GALPÃO CONVENCIONAL (G1) -



Variable: NH3 G1

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 247,802
P-Value: 0,000

Mean 8,1185
StDev 20,5257
Variance 421,305

N 1350

Minimum 0,000
1st Quartile 0,000
Median 0,000
3rd Quartile 7,000
Maximum 167,000

95% Confidence Interval for Mu

7,023 9,214

95% Confidence Interval for Sigma

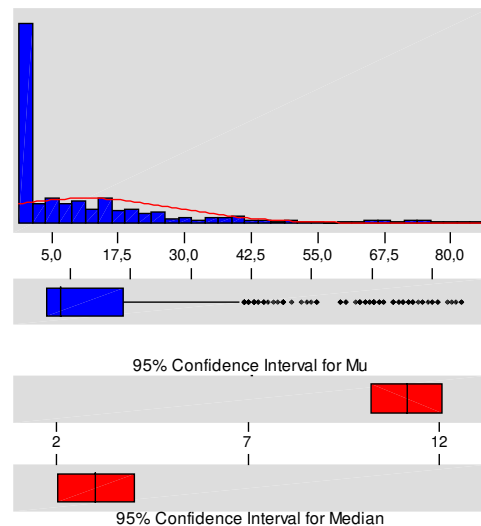
19,780 21,331

95% Confidence Interval for Median

0,000 0,000

G₁

ESTATÍSTICA DESCRITIVA PARA CONCENTRAÇÃO DE AMÔNIA
- GALPÃO ALTA DENSIDADE (G2) -



Variable: NH3 G2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared: 136,665
P-Value: 0,000

Mean 11,1407
StDev 17,1384
Variance 293,725
Skewness 2,15128
Kurtosis 4,71936
N 1350

Minimum 0,0000
1st Quartile 0,0000
Median 3,0000
3rd Quartile 16,0000
Maximum 86,0000

95% Confidence Interval for Mu

10,2257 12,0558

95% Confidence Interval for Sigma

16,5155 17,8106

95% Confidence Interval for Median

2,0000 4,0000

G₂

Mann-Whitney Confidence Interval and Test – Diferenças entre galpões

NH3 G1 N = 1350 Median = 0,000

NH3 G2 N = 1350 Median = 3,000

Point estimate for ETA1-ETA2 is -0,000

95,0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-0,000;0,000)

W = 1685462,5

Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000

The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

Teste de Proporções - valores de NH3 acima de 20 ppm

Variable	X	N	Sample p
G2	254	1350	0,188148
G1	155	1350	0,114815

Estimate for p(amo g2) - p(amoG1): 0,0733333
95% CI for p(amo g2) - p(amoG1): (0,0464289; 0,100238)
Test for p(amo g2) - p(amoG1) = 0 (vs not = 0): Z = 5,34
P-Value = 0,000

Primeiro Período – até o 19º dia de produção

Descriptive Statistics

Variable	N	Mean	Median	TrMean	StDev	SE Mean
NH3 G1	494	1,727	0,000	1,248	3,172	0,143
NH3 G2	494	1,974	0,000	1,435	3,936	0,177

Variable	Minimum	Maximum	Q1	Q3
NH3 G1	0,000	17,000	0,000	3,000
NH3 G2	0,000	16,000	0,000	1,000

Mann-Whitney Confidence Interval and Test – Diferenças entre galpões

NH3 G1 N = 494 Median = 0,0000
NH3 G2 N = 494 Median = 0,0000
Point estimate for ETA1-ETA2 is 0,0000
95,0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (0,0001;-0,0002)
W = 251096,5
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at **0,1287**
The test is significant at 0,0622 (adjusted for ties)

Cannot reject at alpha = 0,05

Segundo Período – após 20o dia de produção

Mann-Whitney Confidence Interval and Test – Diferenças entre galpões

NH3 G1 N = 856 Median = 1,000
NH3 G2 N = 856 Median = 11,000
Point estimate for ETA1-ETA2 is -3,000
95,0 Percent CI for ETA1-ETA2 is (-4,999;-1,999)
W = 640383,5
Test of ETA1 = ETA2 vs ETA1 not = ETA2 is significant at 0,0000
The test is significant at 0,0000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – 31º dia de produção (G₁)

Kruskal-Wallis Test on NH3 G1

Setor G1	N	Median	Ave Rank	Z
Leste	51	7,000	68,6	5,84
Oeste	51	3,000	34,4	-5,84
Overall	102		51,5	

H = 34,14 DF = 1 P = 0,000

H = 34,68 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – 31º dia de produção (G₂)

Kruskal-Wallis Test on NH3 G2

Setor G2	N	Median	Ave Rank	Z
Leste	51	4,000	50,2	-5,28
Centro	51	4,000	53,5	-4,64
Oeste	51	37,000	127,3	9,92
Overall	153		77,0	

H = 98,58 DF = 2 P = 0,000

H = 99,53 DF = 2 P = 0,000 (adjusted for ties)

Análises de regressão

Galpão convencional - G₁.

Regression Analysis – Galpão Convencional (G₁)

The regression equation is

NH3 G1 = - 107 + 1,00 DP + 3,42 TBSG1

386 cases used 4 cases contain missing values

Predictor	Coef	StDev	T	P	VIF
Constant	-106,969	4,116	-25,99	0,000	
DP	1,00161	0,07730	12,96	0,000	1,0
TBSG1	3,4187	0,1292	26,46	0,000	1,0

S = 6,324 R-Sq = 69,8% R-Sq(adj) = 69,6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	35347	17674	441,87	0,000
Residual Error	383	15319	40		
Total	385	50667			

Source	DF	Seq SS
DP	1	7344
TBSG1	1	28004

Galpão Alta Densidade - G2. (considerando a velocidade do ar)

Regression Analysis – Galpão Alta Densidade (G₂)

The regression equation is

$$\text{NH3 G2} = -180 + 6,19 \text{ TBSG2} + 1,48 \text{ DP} - 4,85 \text{ VARG2}$$

265 cases used 9 cases contain missing values

Predictor	Coef	StDev	T	P	VIF
Constant	-180,172	6,141	-29,34	0,000	
TBSG2	6,1884	0,2222	27,85	0,000	1,1
DP	1,4760	0,1445	10,22	0,000	1,1
VARG2	-4,8544	0,7416	-6,55	0,000	1,0

S = 8,569 R-Sq = 83,0% R-Sq(adj) = 82,8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	93621	31207	425,05	0,000
Residual Error	261	19163	73		
Total	264	112784			

Source	DF	Seq SS
TBSG2	1	83541
DP	1	6934
VARG2	1	3146

Galpão Alta Densidade - G2. (sem a velocidade do ar)

Regression Analysis – Galpão Alta Densidade (G₂)

The regression equation is

$$\text{NH3 G2} = -185 + 6,34 \text{ TBSG2} + 1,40 \text{ DP}$$

265 cases used 9 cases contain missing values

Predictor	Coef	StDev	T	P	VIF
Constant	-184,875	6,568	-28,15	0,000	
TBSG2	6,3352	0,2381	26,61	0,000	1,1
DP	1,3992	0,1551	9,02	0,000	1,1

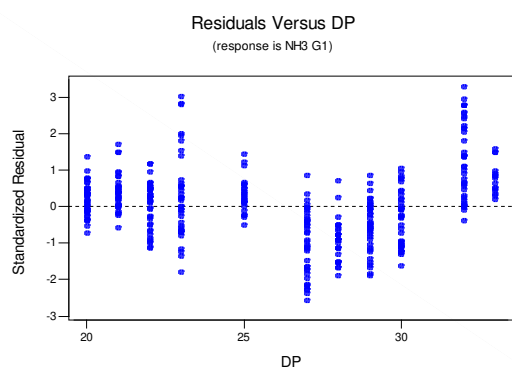
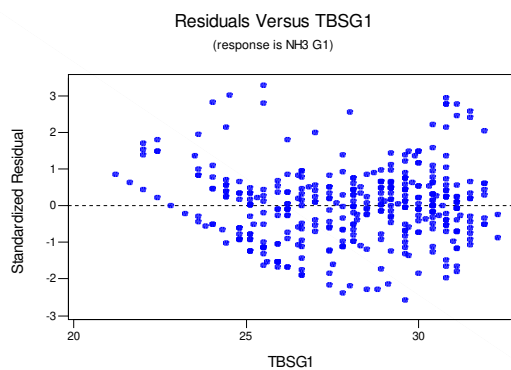
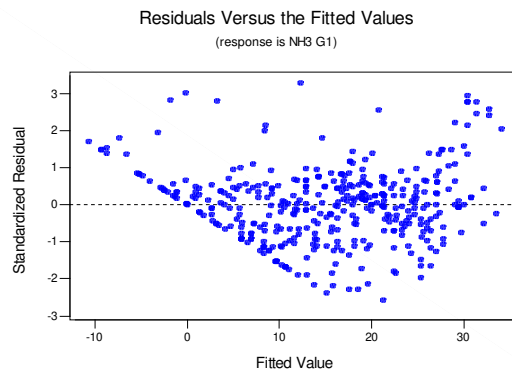
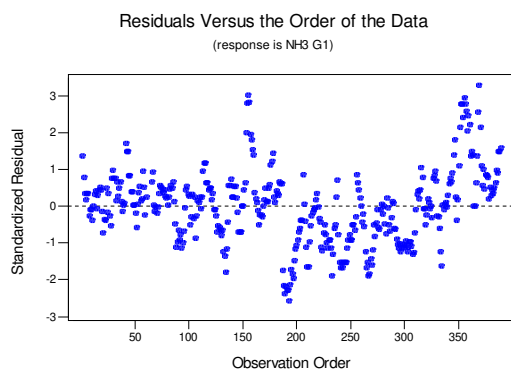
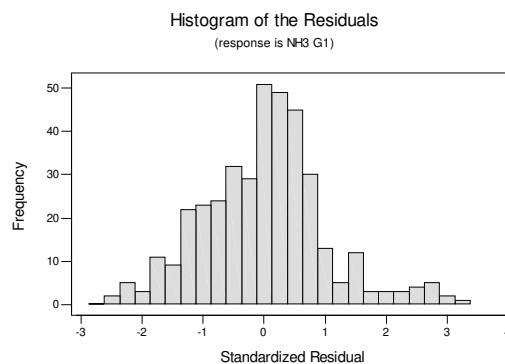
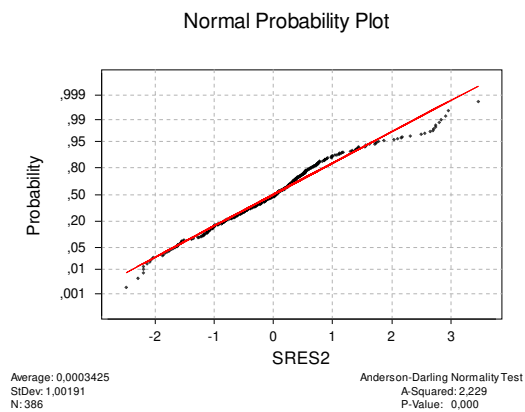
S = 9,228 R-Sq = 80,2% R-Sq(adj) = 80,1%

Analysis of Variance

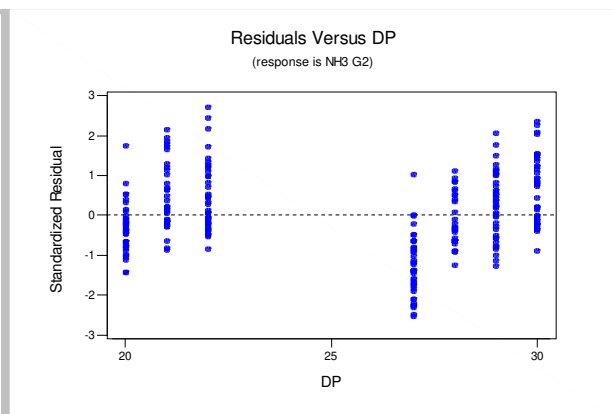
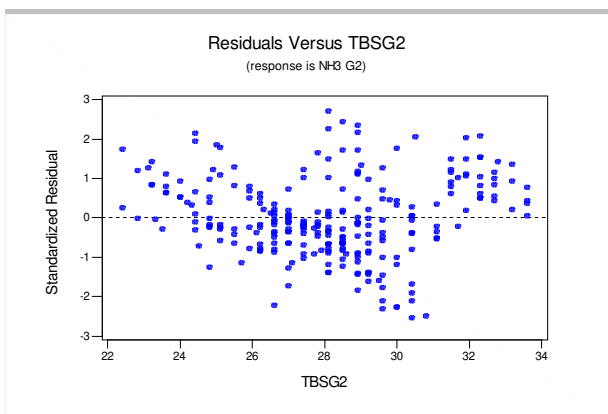
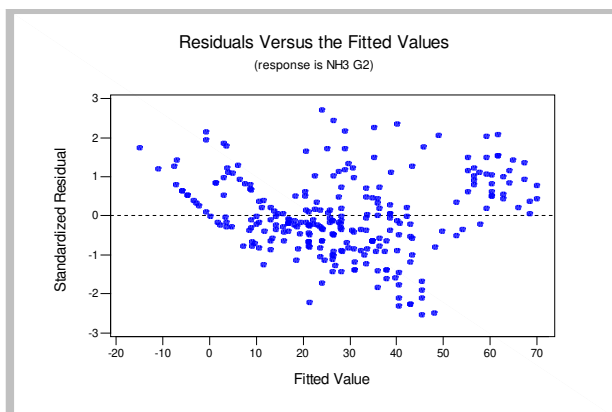
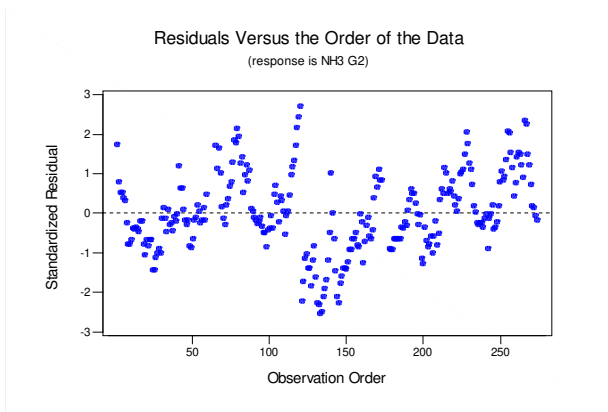
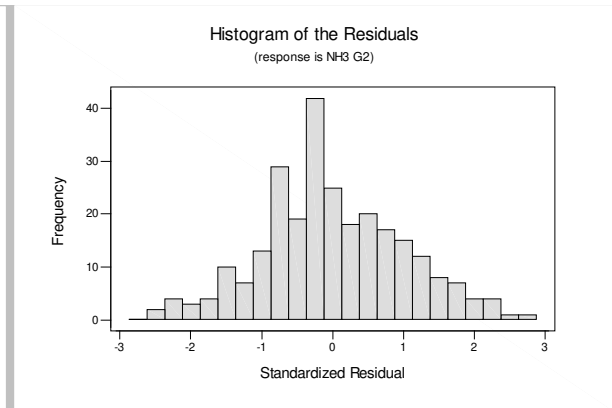
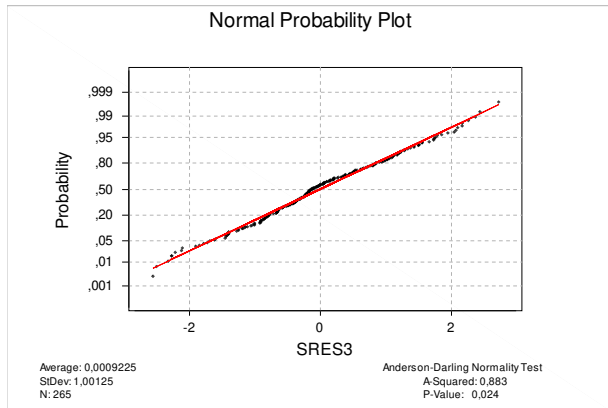
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	2	90475	45238	531,29	0,000
Residual Error	262	22309	85		
Total	264	112784			

Resíduos da Modelagem de dados por Regressão

Galpão Convencional – G1



Galpão Alta Densidade – G2



8.2.5.2 Monóxido de carbono

Época de Frio

Descriptive Statistics - CO

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
CO	1	110	17,57	15,00	16,49	14,89
	2	110	29,83	20,50	26,91	32,57

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
CO	1	1,42	0,00	58,00	8,00	25,00
	2	3,11	0,00	109,00	0,00	45,00

Descriptive Statistics - O2

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
O2	1	110	20,838	20,900	20,849	0,104
	2	110	20,731	20,700	20,733	0,129

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
O2	1	0,010	20,600	20,900	20,800	20,900
	2	0,012	20,500	20,900	20,600	20,900

Descriptive Statistics -TBS

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
TBS	1	110	21,338	20,000	21,150	3,642
	2	110	22,249	21,450	22,097	3,586

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
TBS	1	0,347	16,500	29,600	18,500	23,600
	2	0,342	16,500	30,400	19,775	23,775

Descriptive Statistics - UR

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
UR	1	110	54,51	56,60	54,82	13,45
	2	110	55,54	57,80	55,82	13,40

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
UR	1	1,28	24,50	76,00	42,65	64,57
	2	1,28	22,40	79,00	43,52	64,98

Descriptive Statistics - VAR

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
VAR	1	110	0,00182	0,00000	0,00000	0,01907
	2	110	0,00891	0,00000	-0,00000	0,06715

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
VAR	1	0,00182	0,00000	0,20000	0,00000	0,00000
	2	0,00640	0,00000	0,59000	0,00000	0,00000

Análise de Variância - CO

Analysis of Variance for CO

Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	8260	8260	12,88	0,000
Error	218	139837	641		
Total	219	148096			

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	-----+-----+-----+-----			
1	110	17,57	14,89	(-----*-----)			
2	110	29,83	32,57	(-----*-----)			
				-----+-----+-----			
Pooled StDev =		25,33		18,0	24,0	30,0	

Fisher's pairwise comparisons

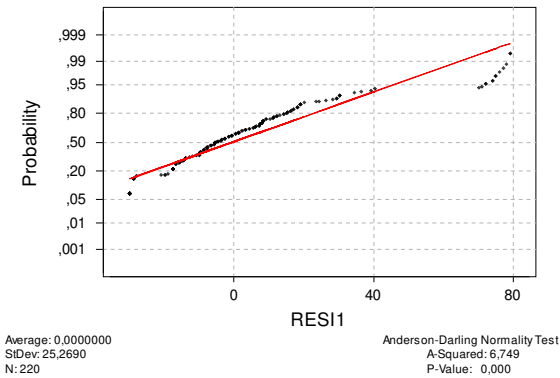
Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 1,971

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-18,99
	-5,52

Normal Probability Plot



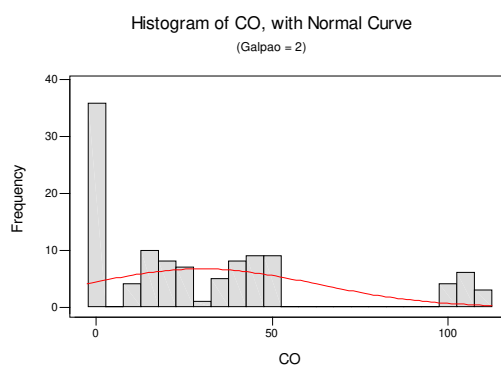
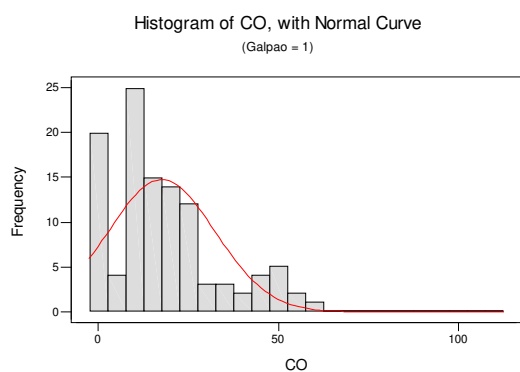
Kruskal-Wallis Test - CO

Kruskal-Wallis Test on CO

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	110	15,00	103,2	-1,71
2	110	20,50	117,8	1,71
Overall	220		110,5	

H = 2,92 DF = 1 P = 0,087

H = 2,95 DF = 1 P = 0,086 (adjusted for ties)



Kruskal-Wallis Test - Oxigênio

Kruskal-Wallis Test on O2

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	110	20,90	135,3	5,78
2	110	20,70	85,7	-5,78
Overall	220		110,5	

H = 33,44 DF = 1 P = 0,000

H = 38,62 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	110	20,00	100,3	-2,37
2	110	21,45	120,7	2,37
Overall	220		110,5	

H = 5,63 DF = 1 P = 0,018

H = 5,64 DF = 1 P = 0,018 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – UR

Kruskal-Wallis Test on UR

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	110	56,60	108,6	-0,45
2	110	57,80	112,4	0,45
Overall	220		110,5	

H = 0,20 DF = 1 P = 0,653

H = 0,20 DF = 1 P = 0,653 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	110	0,00E+00	110,0	-0,12
2	110	0,00E+00	111,0	0,12
Overall	220		110,5	

H = 0,01 DF = 1 P = 0,906

H = 0,35 DF = 1 P = 0,555 (adjusted for ties)

Correlations (Pearson)

	VAR	UR	TBS	O2
UR	-0,157 0,020			
TBS	0,200 0,003	-0,879 0,000		
O2	0,098 0,148	-0,119 0,078	0,199 0,003	
CO	-0,095 0,162	0,467 0,000	-0,459 0,000	-0,202 0,003

Cell Contents: Correlation
P-Value

Época de Calor

Descriptive Statistics

Variable	Galpao	N	Mean	Median	TrMean	StDev
CO	1	592	14,122	9,000	13,231	14,818
	2	592	23,86	16,50	22,11	25,40
O2	1	592	20,937	20,900	20,938	0,136
	2	592	20,836	20,900	20,846	0,090
TBS	1	592	25,895	25,000	25,934	3,769
	2	592	26,103	25,600	26,220	3,476
UR	1	592	69,859	73,450	70,177	13,538
	2	592	68,934	72,400	69,145	13,374
VAR	1	592	0,06030	0,00000	0,04229	0,11863
	2	592	0,05115	0,00000	0,03600	0,10072

Variable	Galpao	SE Mean	Minimum	Maximum	Q1	Q3
CO	1	0,609	0,000	52,000	0,000	27,000
	2	1,04	0,00	91,00	0,00	47,00
O2	1	0,006	20,600	22,800	20,900	21,000
	2	0,004	20,600	21,000	20,800	20,900
TBS	1	0,155	13,000	35,000	24,000	29,000
	2	0,143	12,400	33,600	24,400	28,575
UR	1	0,556	25,900	99,900	60,950	79,300
	2	0,550	26,000	99,900	59,575	77,250
VAR	1	0,00488	0,00000	0,70000	0,00000	0,10000
	2	0,00414	0,00000	0,56000	0,00000	0,07000

Kruskal-Wallis Test - CO

Kruskal-Wallis Test on CO

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	592	9,000	544,6	-4,82
2	592	16,500	640,4	4,82
Overall	1184		592,5	

H = 23,25 DF = 1 P = 0,000

H = 23,85 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test – O₂

Kruskal-Wallis Test on O2

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	592	20,90	745,4	15,39
2	592	20,90	439,6	-15,39
Overall	1184		592,5	

H = 236,75 DF = 1 P = 0,000

H = 294,21 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - TBS

Kruskal-Wallis Test on TBS

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	592	25,00	566,3	-2,64
2	592	25,60	618,7	2,64
Overall	1184		592,5	

H = 6,96 DF = 1 P = 0,008

H = 6,98 DF = 1 P = 0,008 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - UR

Kruskal-Wallis Test on UR

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	592	73,45	613,0	2,07
2	592	72,40	572,0	-2,07
Overall	1184		592,5	

H = 4,27 DF = 1 P = 0,039

H = 4,27 DF = 1 P = 0,039 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test - VAR

Kruskal-Wallis Test on VAR

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	592	0,00E+00	597,4	0,49
2	592	0,00E+00	587,6	-0,49
Overall	1184		592,5	

H = 0,24 DF = 1 P = 0,625

H = 0,37 DF = 1 P = 0,542 (adjusted for ties)

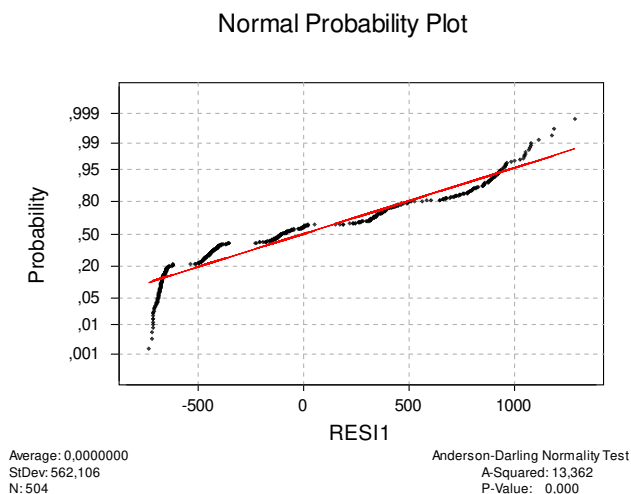
Correlations (Pearson)

	VAR	UR	TBS	O2
UR	-0,494 0,000			
TBS	0,514 0,000	-0,937 0,000		
O2	0,247 0,000	-0,304 0,000	0,324 0,000	
CO	-0,404 0,000	0,505 0,000	-0,494 0,000	-0,408 0,000

Cell Contents: Correlation
P-Value

8.2.6 Índices Produtivos

8.2.6.1 Peso vivo



Kruskal-Wallis Test: Peso versus Lote - Diferenças entre lotes na sem 5

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Lote	N	Median	Ave Rank	Z
1	12	1572	29,3	-2,55
2	12	1692	41,3	-0,96
3	12	1645	42,8	-0,75
4	12	1688	43,0	-0,73
5	12	1841	65,3	2,23
7	12	1740	55,6	0,94
8	12	1718	52,6	0,54
9	12	1723	58,2	1,29
Overall	96		48,5	

H = 14,28 DF = 7 P = 0,046
H = 14,28 DF = 7 P = 0,046 (adjusted for ties)

Diferenças entre machos e fêmeas

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste / Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 = Frio.

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Sexo – Sem 1

504 cases were used
36 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Sexo	N	Median	Ave Rank	Z
1	252	785,0	258,3	0,89
2	252	740,4	246,7	-0,89
Overall	504		252,5	

H = 0,79 DF = 1 P = 0,375
H = 0,79 DF = 1 P = 0,375 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Sexo - Sem 2

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Sexo	N	Median	Ave Rank	Z
Machos	48	401,7	47,9	-0,21
Fêmeas	48	411,5	49,1	0,21
Overall	96		48,5	

H = 0,05 DF = 1 P = 0,832
H = 0,05 DF = 1 P = 0,832 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Sexo – Sem 3

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Sexo	N	Median	Ave Rank	Z
Machos	48	785,0	57,4	3,12
Fêmeas	48	740,4	39,6	-3,12
Overall	96		48,5	

H = 9,72 DF = 1 P = 0,002
H = 9,72 DF = 1 P = 0,002 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Sexo – Sem 4

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Sexo	N	Median	Ave Rank	Z
1	54	1228	61,8	2,42
2	54	1206	47,2	-2,42
Overall	108		54,5	

H = 5,88 DF = 1 P = 0,015
H = 5,88 DF = 1 P = 0,015 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Sexo – Sem 5

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Sexo	N	Median	Ave Rank	Z
1	48	1792	68,6	7,09
2	48	1625	28,4	-7,09
Overall	96		48,5	

H = 50,21 DF = 1 P = 0,000
H = 50,21 DF = 1 P = 0,000 (adjusted for ties)

Diferenças entre galpões

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Galpao - Sem 1

Kruskal-Wallis Test on Peso

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	54	175,8	54,8	0,10
2	54	173,8	54,2	-0,10
Overall	108		54,5	

H = 0,01 DF = 1 P = 0,924
H = 0,01 DF = 1 P = 0,924 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Galpao – Sem 2

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	48	401,7	47,0	-0,53
2	48	407,9	50,0	0,53
Overall	96		48,5	

H = 0,28 DF = 1 P = 0,595
H = 0,28 DF = 1 P = 0,595 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Galpao – Sem 3

96 cases were used
12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	48	757,6	52,4	1,36
2	48	739,8	44,6	-1,36
Overall	96		48,5	

H = 1,86 DF = 1 P = 0,173

H = 1,86 DF = 1 P = 0,173 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Galpao – Sem 4

Kruskal-Wallis Test on Peso

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	54	1241	64,6	3,34
2	54	1179	44,4	-3,34
Overall	108		54,5	

H = 11,13 DF = 1 P = 0,001

H = 11,13 DF = 1 P = 0,001 (adjusted for ties)

Kruskal-Wallis Test: Peso versus Galpao – Sem 5

96 cases were used

12 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Peso

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	48	1753	56,3	2,75
2	48	1692	40,7	-2,75
Overall	96		48,5	

H = 7,55 DF = 1 P = 0,006

H = 7,55 DF = 1 P = 0,006 (adjusted for ties)

Peso - diferença entre épocas

Kruskal-Wallis Test – Galpão G1 – Sem 1

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG1

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	184,7	31,0	0,97
211	4	182,9	29,0	0,67
311	4	182,8	29,5	0,75
121	4	187,5	33,5	1,34
221	4	188,2	34,5	1,49
321	4	189,0	35,4	1,62
112	4	150,1	12,9	-1,73
212	4	159,7	13,3	-1,68
312	4	155,2	14,0	-1,57
122	4	171,6	20,0	-0,67
222	4	173,4	19,0	-0,82
322	4	175,2	22,0	-0,37
Overall	48		24,5	

H = 16,64 DF = 11 P = 0,119
H = 16,64 DF = 11 P = 0,119 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test – Galpão G2 - Sem 1

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG2

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	179,7	29,8	0,78
211	4	181,6	30,8	0,93
311	4	179,7	29,0	0,67
121	4	188,6	34,2	1,45
221	4	181,1	33,0	1,27
321	4	184,4	33,7	1,38
112	4	158,0	16,2	-1,23
212	4	153,6	12,8	-1,75
312	4	154,2	13,8	-1,60
122	4	168,7	22,2	-0,34
222	4	165,5	17,0	-1,12
322	4	172,1	21,5	-0,45
Overall	48		24,5	

H = 14,93 DF = 11 P = 0,186

* NOTE * One or more small samples

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste / Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 = Frio.

Kruskal-Wallis Test - Galpão G1 – Sem2

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG1

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	414,5	25,3	0,64
211	4	413,7	24,9	0,58
311	4	430,4	28,8	1,24
121	4	414,2	22,5	0,17
221	4	424,9	28,1	1,14
321	4	418,5	26,5	0,86
112	3	379,3	12,0	-1,39
212	3	366,0	14,7	-1,00
312	3	385,8	16,0	-0,81
122	3	383,5	16,0	-0,81
222	3	376,3	14,7	-1,00
322	3	383,8	19,7	-0,27
Overall	42		21,5	

H = 8,86 DF = 11 P = 0,634
H = 8,87 DF = 11 P = 0,634 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test - Galpão G2 - Sem 2

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG2

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	443,3	27,7	1,07
211	4	413,4	24,0	0,43
311	4	423,1	26,8	0,90
121	4	412,3	22,5	0,17
221	4	414,1	24,0	0,43
321	4	425,6	28,5	1,20
112	3	388,5	19,0	-0,37
212	3	393,6	13,5	-1,17
312	3	361,5	14,5	-1,03
122	3	409,8	21,0	-0,07
222	3	374,6	13,5	-1,17
322	3	391,1	14,8	-0,98
Overall	42		21,5	

H = 7,98 DF = 11 P = 0,715
H = 7,98 DF = 11 P = 0,715 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste / Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 = Frio.

Kruskal-Wallis Test - Galpão G1 – Sem3

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG1

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	859,1	35,2	2,36
211	4	857,1	33,7	2,10
311	4	859,4	37,2	2,70
121	4	768,3	21,0	-0,09
221	4	763,7	19,6	-0,32
321	4	769,0	21,9	0,06
112	3	761,3	15,7	-0,85
212	3	774,2	19,0	-0,37
312	3	728,2	15,0	-0,95
122	3	712,8	7,3	-2,08
222	3	731,8	7,0	-2,12
322	3	750,0	12,0	-1,39
Overall	42		21,5	

H = 27,35 DF = 11 P = 0,004
H = 27,35 DF = 11 P = 0,004 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test - Galpão G2 - Sem 3

42 cases were used
6 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on PesoG2

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	833,1	33,0	1,97
211	4	842,6	36,5	2,57
311	4	837,3	35,2	2,36
121	4	762,3	22,8	0,21
221	4	742,1	20,3	-0,21
321	4	770,5	24,0	0,43
112	3	726,1	16,3	-0,76
212	3	674,6	8,0	-1,98
312	3	733,6	15,3	-0,90
122	3	731,0	14,0	-1,10
222	3	709,0	7,7	-2,03
322	3	717,0	10,7	-1,59
Overall	42		21,5	

H = 26,97 DF = 11 P = 0,005

* NOTE * One or more small samples

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste / Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 = Frio.

Kruskal-Wallis Test - Galpão G1 – Sem4

Kruskal-Wallis Test on PesoG1

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	1304	36,4	1,77
211	4	1296	34,6	1,51
311	4	1307	33,6	1,36
121	4	1234	25,4	0,13
221	4	1217	22,4	-0,32
321	4	1235	27,7	0,48
112	4	1239	25,9	0,21
212	4	1232	23,4	-0,17
312	4	1218	23,4	-0,17
122	4	1171	9,1	-2,29
222	4	1166	11,6	-1,92
322	4	1227	20,5	-0,60
Overall	48		24,5	

H = 15,62 DF = 11 P = 0,156

H = 15,62 DF = 11 P = 0,156 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test - Galpão G2 - Sem 4

Kruskal-Wallis Test on PesoG2

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	1173	25,4	0,13
211	4	1186	23,6	-0,13
311	4	1211	30,9	0,95
121	4	1267	33,6	1,36
221	4	1184	22,1	-0,35
321	4	1214	29,4	0,73
112	4	1179	25,1	0,09
212	4	1198	27,6	0,47
312	4	1181	23,6	-0,13
122	4	1166	22,6	-0,28
222	4	1059	13,1	-1,70
322	4	1112	16,9	-1,14
Overall	48		24,5	

H = 7,28 DF = 11 P = 0,776

H = 7,28 DF = 11 P = 0,776 (adjusted for ties)

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste / Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 = Frio.

Kruskal-Wallis Test - Galpão G1 – Sem5

Kruskal-Wallis Test on Peso G1

SetSexEp	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	1885	38,7	2,13
211	4	1888	38,3	2,05
311	4	1848	35,5	1,64
121	4	1631	19,3	-0,78
221	4	1619	11,3	-1,98
321	4	1675	16,5	-1,19
112	4	1787	30,5	0,90
212	4	1865	37,0	1,87
312	4	1814	32,5	1,19
122	4	1587	9,5	-2,24
222	4	1690	14,8	-1,45
322	4	1625	10,3	-2,13
Overall	48		24,5	

H = 31,83 DF = 11 P = 0,001

H = 31,84 DF = 11 P = 0,001 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

Kruskal-Wallis Test - Galpão G2 - Sem 5

Kruskal-Wallis Test on Peso

set-sex-épo	N	Median	Ave Rank	Z
111	4	1787	41,3	2,50
211	4	1734	34,8	1,53
311	4	1701	28,0	0,52
121	4	1629	16,0	-1,27
221	4	1595	13,0	-1,72
321	4	1567	9,8	-2,20
112	4	1726	33,5	1,34
212	4	1735	34,5	1,49
312	4	1741	33,0	1,27
122	4	1628	21,5	-0,45
222	4	1581	13,3	-1,68
322	4	1624	15,5	-1,34
Overall	48		24,5	

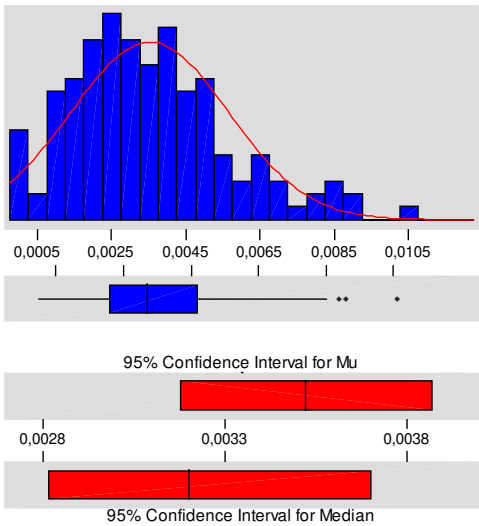
H = 26,32 DF = 11 P = 0,006

* NOTE * One or more small samples

Onde se lê: Set = Setor ; Setor 1 = Leste; Setor 2 = Centro; Setor 3 = Oeste /
Sex = Sexo; Sexo 1 = Macho; Sexo 2 = Fêmea / Ep = Época; Época 1 = Calor; Época 2 =
Frio.

8.2.6.2 Mortalidade

Descriptive Statistics



Variable: perct
Group: 1

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared:	1,418
P-Value:	0,001

Mean	3,52E-03
StDev	2,12E-03
Variance	4,49E-06
Skewness	0,745863
Kurtosis	0,503556
N	147

Minimum	0,00E+00
1st Quartile	2,10E-03
Median	3,20E-03
3rd Quartile	4,70E-03
Maximum	1,06E-02

95% Confidence Interval for Mu

3,18E-03	3,87E-03
----------	----------

95% Confidence Interval for Sigma

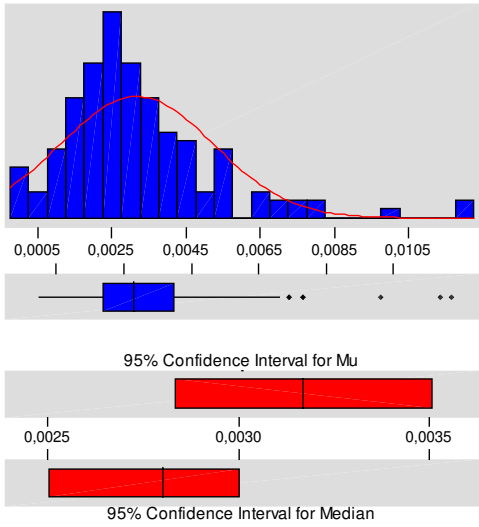
1,90E-03	2,39E-03
----------	----------

95% Confidence Interval for Median

2,81E-03	3,70E-03
----------	----------

G₁

Descriptive Statistics



Variable: perct
Group: 2

Anderson-Darling Normality Test

A-Squared:	3,661
P-Value:	0,000

Mean	3,17E-03
StDev	2,06E-03
Variance	4,26E-06
Skewness	1,59408
Kurtosis	4,23769
N	147

Minimum	0,00E+00
1st Quartile	1,90E-03
Median	2,80E-03
3rd Quartile	4,00E-03
Maximum	1,22E-02

95% Confidence Interval for Mu

2,83E-03	3,51E-03
----------	----------

95% Confidence Interval for Sigma

1,85E-03	2,33E-03
----------	----------

95% Confidence Interval for Median

2,50E-03	3,00E-03
----------	----------

G₂

Kruskal-Wallis Test – ENTRE LOTES

Kruskal-Wallis Test on Mortalid

Lote	N	Median	Ave Rank	Z
1	2	0,01787	2,0	-2,01
2	2	0,02653	11,5	1,46
3	2	0,01983	4,5	-1,10
4	2	0,02395	8,0	0,18
6	2	0,02423	8,5	0,37
7	2	0,02637	10,5	1,10
8	2	0,02301	7,5	0,00
Overall	14		7,5	

H = 7,49 DF = 6 P = 0,278

* NOTE * One or more small samples

Análise de Variância

Analysis of Variance for Mortalid

Source	DF	SS	MS	F	P
Lote	6	0,0001249	0,0000208	1,75	0,240
Error	7	0,0000832	0,0000119		
Total	13	0,0002081			

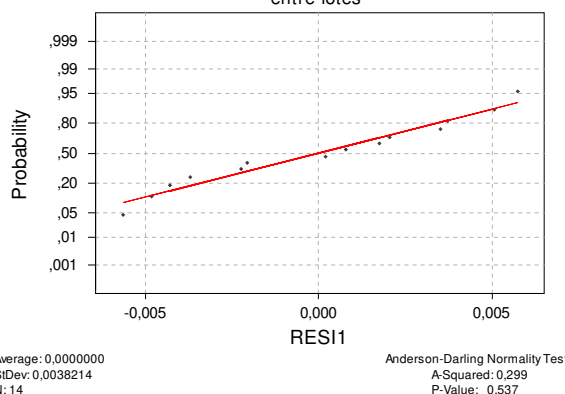
Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	2	0,017873	0,002181	(-----*-----)
2	2	0,026528	0,000733	(-----*-----)
3	2	0,019833	0,000168	(-----*-----)
4	2	0,023950	0,002473	(-----*-----)
6	2	0,024227	0,000302	(-----*-----)
7	2	0,026372	0,005117	(-----*-----)
8	2	0,023013	0,006743	(-----*-----)

Pooled StDev = 0,003447

0,0180 0,0240 0,0300

Normal Probability Plot
- entre lotes -



Kruskal-Wallis Test - ENTRE GALPÕES

Kruskal-Wallis Test on Mortalid

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,02444	8,7	1,09
2	7	0,02275	6,3	-1,09
Overall	14		7,5	

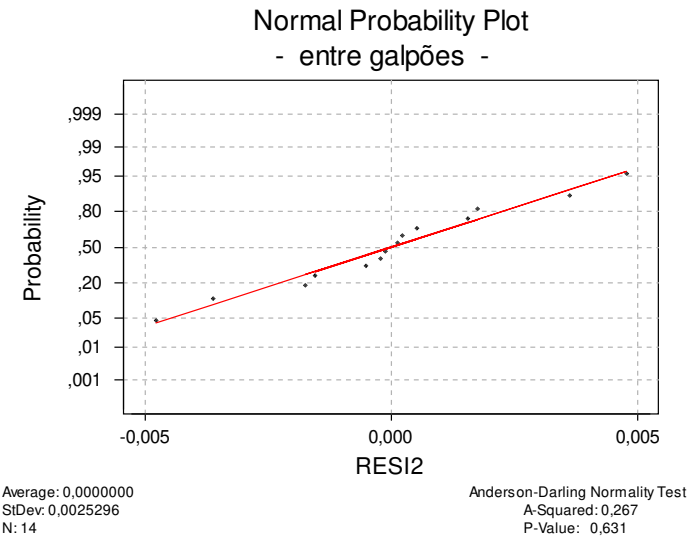
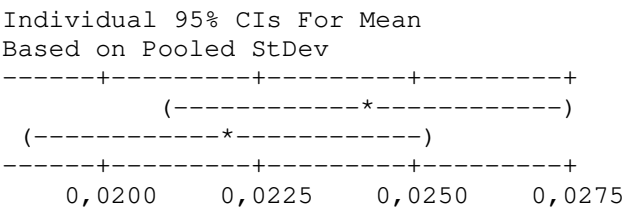
H = 1,18 DF = 1 P = 0,277

Análise de Variância - entre galpões

Analysis of Variance for Mortalid					
Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	0,0000183	0,0000183	1,15	0,304
Error	12	0,0001898	0,0000158		
Total	13	0,0002081			

Level	N	Mean	StDev
1	7	0,024256	0,003971
2	7	0,021972	0,003984

Pooled StDev = 0,003977



Kruskal-Wallis Test - Sem1

Kruskal-Wallis Test on Sem 1

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,006311	7,9	0,32
2	7	0,005403	7,1	-0,32
Overall	14		7,5	

H = 0,10 DF = 1 P = 0,749

Kruskal-Wallis Test - Sem2

Kruskal-Wallis Test on Sem 2

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,003655	8,4	0,83
2	7	0,003199	6,6	-0,83
Overall	14		7,5	

H = 0,69 DF = 1 P = 0,406

Kruskal-Wallis Test - Sem3

Kruskal-Wallis Test on Sem 3

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,002934	8,0	0,45
2	7	0,003105	7,0	-0,45
Overall	14		7,5	

H = 0,20 DF = 1 P = 0,655

Kruskal-Wallis Test - Sem4

Kruskal-Wallis Test on Sem 4

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,002393	7,9	0,32
2	7	0,002193	7,1	-0,32
Overall	14		7,5	

H = 0,10 DF = 1 P = 0,749

Kruskal-Wallis Test - Sem5

Kruskal-Wallis Test on Sem 5

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,002576	9,3	1,60
2	7	0,002135	5,7	-1,60
Overall	14		7,5	

H = 2,55 DF = 1 P = 0,110

Kruskal-Wallis Test - Sem6

Kruskal-Wallis Test on Sem 6

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	7	0,002838	7,9	0,32
2	7	0,002528	7,1	-0,32
Overall	14		7,5	

H = 0,10 DF = 1 P = 0,749

Kruskal-Wallis Test - Sem7

10 cases were used

4 cases contained missing values

Kruskal-Wallis Test on Sem 7

Galpao	N	Median	Ave Rank	Z
1	5	0,002615	5,6	0,10
2	5	0,002381	5,4	-0,10
Overall	10		5,5	

H = 0,01 DF = 1 P = 0,917

DI FERENÇAS ENTRE SEMANAS E ÉPOCA

G1S1

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set)	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,006300	9,2	-0,55
12	3	0,0045100	6,0	-1,51
13	3	0,004800	6,0	-1,51
21	4	0,005550	10,0	-0,36
22	4	0,007550	15,5	1,61
23	4	0,007050	16,4	1,93
Overall	21		11,0	

H = 9,37 DF = 5 P = 0,095

H = 9,37 DF = 5 P = 0,095 (adjusted for ties)

G1S2

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set)	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,003300	7,0	-1,29

12	3	0,004700	18,3	1,96
13	3	0,003700	10,8	-0,19
21	5	0,004000	10,9	-0,24
22	4	0,003000	9,4	-0,72
23	4	0,003500	13,1	0,55
Overall	22		11,5	

H = 5,52 DF = 5 P = 0,356
H = 5,53 DF = 5 P = 0,354 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G1S3

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,002800	7,0	-1,11
12	3	0,002700	6,3	-1,32
13	3	0,003000	7,7	-0,90
21	3	0,005000	17,5	2,22
22	4	0,004050	12,9	0,90
23	4	0,004200	10,8	0,09
Overall	20		10,5	

H = 8,08 DF = 5 P = 0,152
H = 8,08 DF = 5 P = 0,152 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G1S4

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,001500	13,2	0,65
12	3	0,001300	7,7	-1,01
13	3	0,001100	4,2	-2,06
21	4	0,002250	10,8	-0,09
22	4	0,002400	14,3	1,16
23	4	0,002800	14,0	1,07
Overall	21		11,0	

H = 6,91 DF = 5 P = 0,227
H = 6,93 DF = 5 P = 0,226 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G1S5

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,004100	16,3	1,61
12	3	0,002400	10,5	-0,15
13	3	0,002900	10,3	-0,20
21	4	0,002350	8,4	-0,94
22	4	0,002350	9,3	-0,63
23	4	0,003150	12,3	0,45
Overall	21		11,0	

H = 3,47 DF = 5 P = 0,628

H = 3,49 DF = 5 P = 0,624 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G1S6

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,002300	6,8	-1,26
12	3	0,003900	13,7	0,80
13	3	0,002500	11,2	0,05
21	4	0,002250	8,1	-1,03
22	4	0,002950	11,9	0,31
23	4	0,002900	14,0	1,07
Overall	21		11,0	

H = 3,78 DF = 5 P = 0,581

H = 3,80 DF = 5 P = 0,579 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G1S7

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	2,00E-03	13,0	0,60
12	3	5,40E-03	14,7	1,11
13	3	5,30E-03	15,0	1,21
21	4	6,00E-04	7,5	-1,25
22	4	1,05E-03	9,3	-0,63
23	4	7,00E-04	9,0	-0,72
Overall	21		11,0	

H = 4,61 DF = 5 P = 0,465
H = 4,73 DF = 5 P = 0,449 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S1

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,005100	8,8	-0,65
12	3	0,005500	13,2	0,65
13	3	0,004800	8,3	-0,80
21	4	0,005900	11,6	0,22
22	4	0,005950	12,1	0,40
23	4	0,005900	11,3	0,09
Overall	21		11,0	

H = 1,46 DF = 5 P = 0,917
H = 1,47 DF = 5 P = 0,917 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S2

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,003000	8,2	-0,85
12	3	0,003400	14,0	0,90
13	3	0,002800	8,8	-0,65
21	4	0,003250	11,8	0,27
22	4	0,003100	9,6	-0,49
23	4	0,003600	13,1	0,76
Overall	21		11,0	

H = 2,42 DF = 5 P = 0,789
H = 2,43 DF = 5 P = 0,787 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S3

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,002100	4,5	-1,96

12	3	0,002400	6,5	-1,36
13	3	0,002500	5,8	-1,56
21	4	0,003300	13,6	0,94
22	4	0,003300	14,8	1,34
23	4	0,003850	16,8	2,06
Overall	21		11,0	

H = 12,56 DF = 5 P = 0,028

H = 12,62 DF = 5 P = 0,027 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S4

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,001300	6,5	-1,36
12	3	0,001700	6,3	-1,41
13	3	0,001300	5,8	-1,56
21	4	0,002800	15,3	1,52
22	4	0,002650	14,0	1,07
23	4	0,002800	14,5	1,25
Overall	21		11,0	

H = 9,44 DF = 5 P = 0,093

H = 9,47 DF = 5 P = 0,092 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S5

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,001800	9,8	-0,35
12	3	0,002200	11,7	0,20
13	3	0,002400	13,7	0,80
21	4	0,001900	10,4	-0,22
22	4	0,002000	9,5	-0,54
23	4	0,002300	11,5	0,18
Overall	21		11,0	

H = 1,00 DF = 5 P = 0,963

H = 1,00 DF = 5 P = 0,963 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S6

Kruskal-Wallis Test

Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	0,002100	5,7	-1,61
12	3	0,003600	16,5	1,66
13	3	0,002800	16,7	1,71
21	4	0,001700	5,9	-1,84
22	4	0,002650	12,4	0,49
23	4	0,002400	10,4	-0,22
Overall	21		11,0	

H = 10,04 DF = 5 P = 0,074

H = 10,11 DF = 5 P = 0,072 (adjusted for ties)

* NOTE * One or more small samples

G2S7

Kruskal-Wallis Test

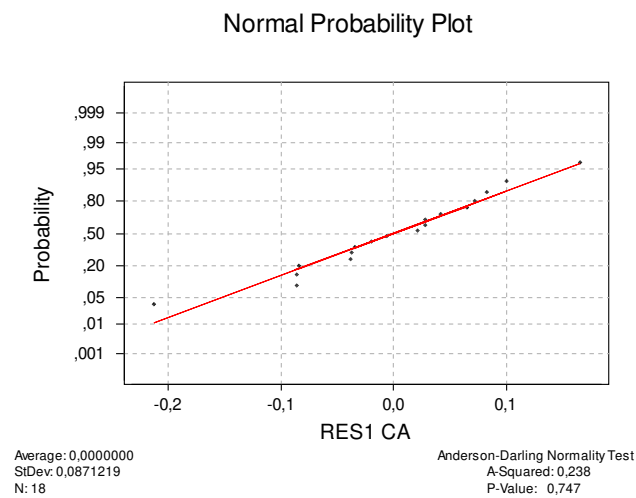
Kruskal-Wallis Test on perct

(epo-set	N	Median	Ave Rank	Z
11	3	1,90E-03	11,0	0,00
12	3	1,90E-03	12,0	0,30
13	3	3,40E-03	12,3	0,40
21	4	2,00E-04	7,6	-1,21
22	4	6,00E-04	10,5	-0,18
23	4	1,55E-03	13,1	0,76
Overall	21		11,0	

H = 1,90 DF = 5 P = 0,863

H = 1,94 DF = 5 P = 0,857 (adjusted for ties)

8.2.6.3 Conversão Alimentar



Análise de Variância – Diferença entre galpões

Analysis of Variance for Conversao

Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	0,00865	0,00865	1,07	0,316
Error	16	0,12903	0,00806		
Total	17	0,13769			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	9	1,8903	0,1014
2	9	1,8465	0,0764

Pooled StDev = 0,0898

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,120

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

1	
2	-0,04590 0,13360

Análise de Variância – Diferença entre lotes

Analysis of Variance for Conversa

Source	DF	SS	MS	F	P
Lote	8	0,08516	0,01065	1,82	0,194
Error	9	0,05252	0,00584		
Total	17	0,13769			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	2	1,8649	0,0751	(-----*-----)
2	2	1,9185	0,0005	(-----*-----)
3	2	1,8465	0,0087	(-----*-----)
4	2	1,8992	0,0669	(-----*-----)
5	2	1,9924	0,0897	(-----*-----)
6	2	1,7200	0,0601	(-----*-----)
7	2	1,8363	0,1069	(-----*-----)
8	2	1,8583	0,1382	(-----*-----)
9	2	1,8794	0,0129	(-----*-----)
Pooled StDev =				1,65 1,80 1,95 2,10

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,443
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,262

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	2	3	4	5	6	7	8
2	-0,22643 0,11918							
3	-0,15443 0,19118	-0,10080 0,24480						
4	-0,20710 0,13851	-0,15347 0,19213	-0,22547 0,12013					
5	-0,30027 0,04534	-0,24664 0,09896	-0,31864 0,02696	-0,26597 0,07963				
6	-0,02796 0,31765	0,02567 0,37127	-0,04633 0,29927	0,00634 0,35194	0,09951 0,44511			
7	-0,14417 0,20144	-0,09054 0,25506	-0,16254 0,18306	-0,10987 0,23573	-0,01670 0,32890	-0,28901 0,05659		
8	-0,16618 0,17943	-0,11255 0,23305	-0,18455 0,16105	-0,13188 0,21372	-0,03871 0,30689	-0,31102 0,03458	-0,19481 0,15079	
9	-0,18731 0,15830	-0,13368 0,21192	-0,20568 0,13992	-0,15301 0,19259	-0,05984 0,28576	-0,33215 0,01345	-0,21594 0,12966	-0,19393 0,15167

8.2.6.4 Peso Médio

Análise de Variância – Diferenças de Peso Médio

Analysis of Variance for Peso Med				
Source	DF	SS	MS	
Galpao	1	0,013	0,013	
Error	16	1,680	0,105	
Total	17	1,693		

F P
0,12 0,731

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----			
1	9	2,3799	0,3658	(-----*-----)			
2	9	2,3265	0,2760	(-----*-----)			
				+-----+-----+-----+-----			
Pooled StDev =		0,3240		2,10	2,25	2,40	2,55

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,120

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-0,2705	
	0,3772	

8.2.6.5 Ganho de Peso

Análise de Variância – Diferenças de Ganho de Peso

Analysis of Variance for Ganho Pe				
Source	DF	SS	MS	
Galpao	1	3,33	3,33	
Error	16	74,88	4,68	
Total	17	78,21		

F P
0,71 0,411

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev			
Level	N	Mean	StDev	+-----+-----+-----+-----			
1	9	52,500	2,060	(-----*-----)			
2	9	51,640	2,261	(-----*-----)			
				+-----+-----+-----+-----			
Pooled StDev =		2,163		50,4	51,6	52,8	54,0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,120

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-1,302	
	3,022	

8.2.6.6 Idade Média

Análise de Variância – Diferenças de Idade Média

Analysis of Variance for Idade Me					
Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	0,2	0,2	0,01	0,925
Error	16	352,3	22,0		
Total	17	352,5			

				Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev	
Level	N	Mean	StDev	--+-----+-----+-----+-----	
1	9	45,170	5,370	(-----*-----)	
2	9	44,958	3,899	(-----*-----)	
				--+-----+-----+-----+-----	
Pooled StDev =		4,693		42,0	44,0 46,0 48,0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,120

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1	
2	-4,478	
	4,902	

8.2.6.7 Índice de Eficiência Produtiva

Análise de Variância – Diferenças no Índice de Eficiência Produtiva

Analysis of Variance for IEP

Source	DF	SS	MS	F	P
Galpao	1	34	34	0,21	0,650
Error	16	2571	161		
Total	17	2605			

Individual 95% CIs For Mean
Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev	
1	9	270,29	12,69	(-----*-----)
2	9	273,05	12,66	(-----*-----)
Pooled StDev = 12,68				-----+-----+-----+-----+-----
				264,0 270,0 276,0 282,0

Fisher's pairwise comparisons

Family error rate = 0,0500
Individual error rate = 0,0500

Critical value = 2,120

Intervals for (column level mean) - (row level mean)

	1
2	-15,43
	9,91