UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados

MIWA YAMAMOTO MIRAGLIOTTA

Orientadora: Profª. Drª. Irenilza de Alencar Nääs

Dissertação de tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, na Área de Concentração Construções Rurais.

Campinas, SP
Novembro - 2000

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela nossa existência.

A meus pais, Tetsuji e Misako Yamamoto pelo amor incondicional e apoio dedicados para que eu chegasse até aqui.

Aos meus queridos filho e marido, Bruno e Giancarlo Miragliotta, meus grandes motivadores nesta empreitada, pela alegria de sermos uma família e pelo companheirismo demonstrado, principalmente nas minhas ausências, em tantos momentos neste ano, para que se concretizasse este trabalho.

À minha querida orientadora e amiga, Irenilza de Alencar Nääs, pela paciência, por todos os créditos depositados, e sobretudo, pelos grandes ensinamentos transmitidos nestes anos de convívio.

À FEAGRI / UNICAMP pela estrutura institucional proporcionada para o desenvolvimento deste trabalho. Ao CNPq e CAPES pelas concessões de bolsas de estudos. À FAPESP, pelo apoio financeiro para a implantação do projeto.

Ao empresário Marco Antônio S. Pedreira pelo grande apoio ao abrir as portas de seu empreendimento para a realização desta pesquisa e a todos os funcionários da granja Matuetê, principalmente nas pessoas do Dr. Paulo Valério e Sr. José Francisco, pelo apoio integral e

amizade, e aos funcionários do abatedouro Fricock, pela hospitalidade e amizade demonstrados.

Ao Dr. João Batista Luchesi e Dra. Maria Denise Dorizzoti da empresa MULTIMIX – Produtos e Serviços Agropecuários Ltda, pela cortesia na realização das análises bromatológicas das rações e apoio à realização da pesquisa.

Ao Dr. Celso do Serviço de Inspeção Federal – Rio Claro pela atenção concedida.

Aos técnicos do CEAPLA (Centro de Análise e Planejamento Ambiental) do IGCE – Instituto de Geociências e Ciências Aplicadas da UNESP – Rio Claro, pelo fornecimento dos Boletins Meteorológicos da região durante todo o período de pesquisa.

Aos professores Elaine Borghi e Mariângela Amendola (FEAGRI/UNICAMP), Krister Sallvik e Knut-Hakan Jeppsson (SLU/Suécia), Edir Nepomuceno Silva (FEA/UNICAMP), Armando Infante (IMECC/UNICAMP), Masaio Ishizuka e Simone C. Balian (FMVZ/USP), Antonio Guilherme M. Castro (Instituto Biológico – Descalvado) e Cinthia Itiki (POLI/USP), pelas contribuições no desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos do grupo de ambiência, Marta S. Baracho, Maria Eugênia C. Aradas, Jeferson Rodrigues, Alex Lima, Iran O.Silva, Fábio C. Penna, Kelly B. Sevegnani, Yamília B. Tolón, Patrícia de Souza, Késia O. Silva e demais ... meu muito obrigado pela amizade e pelos grandes momentos vividos juntos.

Aos meus amigos, Rosa Helena Aguiar, por toda paciência e auxílio na realização das análises de umidade da cama de frango, João Carlos pelo auxílio na análise estatística, Jean E. Oliveira, Ayne Murata, Ana Paula Garrido, Emi Murano, Edilson Costa, Sandra Martins, Rosângela Gomes, Ana Paula Montagner, Marta Vecchi e demais ... agradeço pelo incentivo e pela ajuda nos momentos mais difíceis.

RESUMO

Doenças respiratórias são uma das principais causas de condenação de carcaça de frango do Estado de São Paulo. A amônia, normalmente presente em altas concentrações nos aviários, é um agente conhecido como irritante de mucosas dos olhos e do trato respiratório, que predispõe ao aparecimento destas doenças. Experimentos têm avaliado o efeito da exposição contínua dos animais às diferentes concentrações deste gás sobre a saúde animal. No presente estudo, foram avaliados os níveis de amônia em dois sistemas produtivos comerciais de frangos de corte na região de Rio Claro, sendo assim, no sistema convencional de ventilação, alojados frangos com densidade de 13 aves.m^{-2} e no sistema tipo túnel de ventilação, 18 aves.m^{-2}. Foram coletados os dados quanto às condições climáticas internas, as condições de cama, e a concentração e a emissão de amônia nas idades de 13, 28 e 39 dias de cada lote de produção, ao longo de 3 lotes. Foi encontrado que, o galpão com sistema tipo túnel de ventilação com 18 aves.m^{-2} apresentou maiores concentrações de amônia nas diferentes idades, menor taxa de mortalidade no 39º dia de produção, e maior taxa de condenação total por aerossaculite, quanto comparado ao sistema convencional de produção. No entanto, o aumento na produção utilizando-se o manejo em alta densidade foi da ordem de 13,20 ton/lote, quando comparado ao sistema de manejo convencional, o que conduziu à otimização do uso da instalação. Foram desenvolvidos dois modelo matemáticos, de base

probabilística, assim dispostos: a*)* $M_1 = exp\ (\ -\ 6{,}5023 + 0{,}3020.d + 0{,}1218\ t_{cápsula} + 0{,}6142.p - 0{,}0043.\ d^{2})$, onde M_1 = emissão de amônia ($mg.m^{-2}.h^{-1}$); d = dia de alojamento; $t_{cápsula}$ = temperatura da cama dentro da cápsula (°C); e p = pH da cama; b) $M_2 = exp\ (\ -\ 7{,}782 + 0{,}0585.d + 0{,}1050.t_{média} + 0{,}6018.p)$, onde M_2 = concentração de amônia (ppm); d = dia de alojamento; $t_{média}$ = temperatura média da cama (°C); e p = pH da cama.

SUMMARY

Respiratory diseases are one of the most important causes of broiler carcass condemnation in São Paulo State. Ammonia often present in high concentration in broilers housing is the agent known as skin irritation agent mainly in eyes and respiratory tract, which predispose the disease's occurrence. Experiments have been evaluating the effect of the continuous exposition of the animals to different gas concentration on their health. In this study there were evaluated the ammonia levels into two broiler production housing systems in Rio Claro region, one with conventional ventilation in which were logged 13 birds.m^{-2} and other in the tunnel ventilation system with 18 birds/m^2. There were collected the inside environmental data, bedding conditions, ammonia concentration and emission from the bedding at the ages of 14, 28, and 39 days old in each production flock during 3 lots. There was found that in the broiler housing with tunnel type ventilation with 18 birds.m^{-2} presented higher ammonia concentrations in different ages, lower mortality index on the 39th production day and the higher airsacculitis total condemnation indexes when it was compared to conventional production system. However, the increase in production when using the high-density management was of 13,20 ton/flock when compared to the conventional management which led to the optimization in the use of the broiler housing. Two mathematical models were

developed with probabilistic basis such as: model for ammonia concentration: a) $M_1 = exp\ (\ -6{,}5023 + 0{,}3020.d + 0{,}1218\ t_{chamber} + 0{,}6142.p - 0{,}0043.\ d^2)$, where M_1 = ammonia emission ($mg.m^{-2}.h^{-1}$); d = logged day; $t_{chamber}$ = chamber's bedding temperature (°C); and p = bedding pH; b) $M_2 = exp\ (\ -7{,}782 + 0{,}0585.d + 0{,}1050.t_{average} + 0{,}6018.p)$, where M_2 = ammonia concentration (ppm); d = logged day; $t_{average}$ = bedding temperature average (°C); and p = bedding pH.

SUMÁRIO

Página

AGRADECIMENTOS ..... **ii**

RESUMO ..... **iv**

SUMMARY ..... **vi**

I. INTRODUÇÃO **1**

II. OBJETIVOS **6**

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA **7**

3.1 Poluentes Aéreos – Gás amônia 7

3.2 Amônia no ambiente e sua influência sobre a saúde animal 9

3.3 Influência do ambiente sobre a produção de amônia 13

3.4 Distribuição dos gases nos aviários 15

3.5 Coleta de amônia 16

IV. MATERIAL E MÉTODOS **19**

4.1 Definição dos tratamentos 20

4.1.1 Tratamento A – Convencional 20

4.1.2 Tratamento B – Tipo Túnel 21

4.2 Distribuição das aves 25

4.3 Avaliação dos níveis de amônia 27

4.3.1 Emissão de amônia pela cama 28

4.3.2 Concentração de amônia dentro das instalações 32

4.3.3 Concentração de amônia fora das instalações 32

4.4 Coleta das variáveis ambientais 34

4.5 Coleta das variáveis de condição de cama 36

4.5.1 Temperatura superficial da cama 36

4.5.2 pH da cama 38

4.5.3 Umidade da cama 38

4.6 Coleta das variáveis produtivas 40

4.6.1 Mortalidade....40
4.6.2 Peso das aves....40
4.6.3 Conversão alimentar....40
4.6.4 Ganho de Peso Diário....41
4.6.5 Índice de Eficiência Produtiva....41
4.7 Avaliação da formulação das rações....41
4.8 Coleta de dados de condenação de carcaça....42
4.9 Análise Estatística....45
4.10 Modelo Matemático....47
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO....48
5.1 Análise dos níveis de amônia....50
5.1.1 Emissão de amônia pela cama de frango ($mg.m^{-2}.h^{-1}$)....50
5.1.2 Concentração de amônia no ar (ppm)....58
5.2 Análise das variáveis ambientais....68
5.2.1 Temperatura de Bulbo Seco (°C) e Umidade Relativa do Ar (%)....68
5.2.2 Velocidades do ar ($m.s^{-1}$)....70
5.3 Análise das variáveis de condição de cama....72
5.3.1 Temperatura superficial da cama (°C)....72
5.3.2 pH da cama....74
5.3.3 Umidade da cama (%)....76
5.4 Análise das variáveis produtivas....77
5.4.1 Mortalidade (%)....77
5.4.2 Peso das aves (kg)....79
5.4.3 Conversão alimentar....82
5.4.4 Ganho de Peso Diário (g)....83
5.4.5 Índice de Eficiência Produtiva....83
5.5 Análise da formulação das rações....84
5.6 Análise dos dados de condenação de carcaça....85
5.6.1 Condenação Total....85
5.6.2 Condenação Parcial....87
5.6.3 Lesões....88
5.6.4 Aerossaculite Total....89

5.6.5 Aerossaculite Parcial 91
5.6.6 Análise microbiológica das carcaças condenadas 93
5.6.7 Avaliação da produtividade e perdas dos dois tratamentos 94
5.7 Modelos matemáticos 95
5.7.1 Modelo para a emissão de amônia pela cama 95
5.7.2 Modelo para a concentração de amônia no ar 96
VI. CONCLUSÕES 97
6.1 Quanto aos níveis de amônia 97
6.2 Quanto às relações existentes com as variáveis ambientais 98
6.3 Quanto às relações existentes com a produtividade 99
6.4 Quanto às relações existentes com as condenações de carcaça 99
6.5 Modelo de emissão de amônia pela cama 100
6.6 Modelo de concentração de amônia 100
VII. LISTA DE FIGURAS 101
VII. LISTA DE TABELAS 103
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 105
X. ANEXO 113

I. INTRODUÇÃO

A produção de carne de frango no Brasil passou por grandes modificações nas últimas duas décadas. De 1984 a 1994, aumentou-se a produção de 1,4 milhões 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 cerca de 4 milhões de toneladas de carne de frango, proporcionando um faturamento aos abatedouros correspondente a 2% do PIB nacional e o crescimento de 33% das exportações brasileiras de carne de frango e de produtos com valor agregrado (CAMARGO, 1997). Em 1999, foram processadas cerca de 5,139 milhões de toneladas, valor correspondente a 13,1% da produção mundial, colocando o país como o 3º produtor mundial, atrás dos EUA e China (AVES & OVOS, 2000).

Diferentemente das exportações brasileiras iniciadas em 70, hoje busca-se a qualidade de todo o sistema em função da competitividade do mercado. Programas de "qualidade total" e obtenção de certificado ISO 9000 já fazem parte da realidade de alguns frigoríficos. Produtos com atributos de qualidade, que correspondem ao enfoque da segurança alimentar, dão a garantia de que estes produtos avícolas estejam livres de contaminantes de natureza química (pesticidas), biológicas (organismos patogênicos) e físicas (vidros, pedras, etc.). Para alcançar

este objetivo comum, todos os agentes envolvidos na elaboração da matéria-prima, da criação das aves aos setores de venda, devem estar atentos aos pontos críticos de controle, demandando uma visão sistêmica do processo para a obtenção da qualidade exigida pelos consumidores. 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).

Dentro do contexto da avicultura moderna, pesquisas citam 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).

O impacto econômico no abate, 514.287 kg de carne de aves condenadas em 1998, corresponde a uma pequena parcela dos prejuízos que se acumulam durante a fase de produção com os gastos com tratamentos, alta conversão alimentar, menor ganho de peso e altas taxas de mortalidade, principalmente na fase final de produção.

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

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 parar o fluxo de limpeza do muco, o agente mais comum que reduz a atividade desse importante sistema é a amônia, gás gerado da decomposição do excremento das aves nas camas de criação - material disposto sobre o piso para retenção destes excretas animais (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.

A sua produção na cama de criação é influenciada pelo tipo de material de cama empregado, a sua temperatura, o seu pH e sua umidade, e sua produção pode ser reduzida através do controle destes fatores que são, na realidade, decorrentes do microclima local estabelecido principalmente, pela temperatura ambiente interna, a umidade relativa do ar e a ventilação predominante. Este microclima interno, por sua vez, surge como uma resposta da tipologia construtiva dos galpões e do sistema de ventilação adotado (normalmente associando-se natural com mecanizado), a um complexo sistema de trocas térmicas com o macroclima local, a topografia e vegetação de entorno da criação.

Existe ainda um novo fator agravante para o aumento da eliminação deste gás devido às altas densidades de criação empregadas pela avicultura moderna. 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.m^{-2} em média, que são abatidos ao redor de 45 dias de idade com aproximadamente 2,30 kg.frango^{-1}, o que produz 27,60 kg de frango.m^{-2}. No sistema em alta densidade, empregando de 16 a 20 frangos.m^{-2}, o rendimento produtivo pode chegar a 40 kg.m^{-2}. Este adensamento, no entanto, pode afetar os índices zootécnicos da produção, a qualidade sanitária na criação e da carne das aves, além de incrementar a produção de amônia na cama.

Portanto, o ambiente de criação de frangos de corte, resultante da relação entre microclima e macroclima dentro e nos entornos dos aviários, influencia por meio de diferentes variáveis a produção de amônia pela cama. A inalação de amônia favorece o desenvolvimento de doenças respiratórias nas aves, principalmente as aerossaculites, segunda maior causa de

condenação de carcaças de frango no Estado de São Paulo nos últimos anos. Atualmente, a avicultura moderna, com finalidade de otimizar esta produção industrial de carne, procura aumentar a densidade de criação de frango, o que gera alterações dentro do ambiente, tanto do ponto de vista termodinâmico, como dos níveis de produção de amônia. E este incremento necessita de respaldo por parte da pesquisa para que sejam estabelecidos os principais fatores interferentes na criação, seus riscos sanitários e as condições adequadas para que se atinja os interesses econômicos com os princípios de biosseguridade e bem-estar animal.

II. OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi avaliar e comparar os níveis de amônia de dois sistemas produção, um com ventilação convencional e densidade de 13 aves.m^{-2} e outro com ventilação tipo túnel e densidade de 18 aves.m^{-2}, e as relações existentes com as condições ambientais das instalações, a produtividade e o índice de condenações de carcaça dos frangos.

Como objetivo secundário, foi elaborado um modelo matemático para simulação numérica da concentração e emissão de amônia pela cama de frangos a partir das variáveis ambientais coletadas.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Poluentes Aéreos – Gás amônia

O ambiente de criação animal pode ser avaliado sob diferentes enfoques. Um deles, enfoca a qualidade do ar disponível nas proximidades dos animais e a avaliação do poluentes presentes que podem ser inalados e eventualmente, causar danos à saúde humana e animal.

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.)

Um dos poluentes aéreos freqüentemente encontrado em altas concentrações nos aviários é a amônia (SAINSBURY, 1981). Segundo um longo estudo, que avaliou a qualidade do ar sob parâmetros de concentração de microorganismos, partículas de pó, gases e endotoxinas, em 329 instalações diferentes, para a criação de 3 espécies (aves, suínos e bovinos) em 4 países do Norte da Europa, são nos aviários onde se encontram a maior concentração de amônia (variando entre 5 a 30 ppm), partículas de pó e endotoxinas, e a maior emissão do gás para a atmosfera entre as espécies, quando expressa a cada 500 kg de peso vivo (WATHES *et al.,* 1998).

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. Segundo BURNETT & DONDERO (1969), citado por 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.

Alguns fatores como temperatura, pH e umidade da cama exercem influência sobre esta reação (ELLIOT & COLIINS, 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 variando entre 40 e 60%. Estes valores servirão de parâmetros para o presente estudo.

Em situações anaeróbias, o nitrogênio orgânico é fermentado, produzindo-se muitos gases, tais como amônia, metano, dióxido de carbono, ácido sulfídrico e ácidos graxos (PAINTER, 1977).

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 e

velocidade do ar. Com pH acima de 7,0, altas temperaturas e aumento na velocidade do ar, produz-se mais amônia por volatilização.

3.2 Amônia no ambiente e sua influência sobre a saúde animal

WATHES *et al.* (1997) afirmam que a alta concentração de poluentes aéreos nas instalações de produção animal são de interesse por duas razões: existem evidências epidemiológicas de que a saúde dos trabalhadores possa ser afetada pela exposição diária aos diversos poluentes (citando DONHAM, (1987) e 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, pois as instalações de produção animal sãos os maiores produtores de amônia, óxido nitroso, metano e dióxido de carbono na atmosfera, contribuindo para a acidificação do solo e o aquecimento global.

Em muitos países, o limite de concentração de amônia para trabalho de 8 $h.dia^{-1}$ é de 25 ppm; 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 para o trabalhador da indústria durante o turno de 8 $h.dia^{-1}$.

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

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 sangüínea, 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; constricção 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 o 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. Observamos que a confirmação dos quadros sintomatológicos como sendo causados pela ação da amônia sobre as vias respiratórias pode ser feita através de análise patológica deste material.

Já 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 efeito da amônia sobre a redução no ganho de peso das aves em concentrações acima de 100 ppm. Em outro experimento, perús 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 susceptíveis ao vírus da Doenças de Newcastle dependendo do manejo empregado (HELLICKSON & WALKER, 1983).

Em um outro estudo com frangos de corte criados em câmaras climáticas com 3 níveis de UR - umidade relativa do ar e 2 níveis de velocidade do ar, foram avaliados o ganho de peso, conversão alimentar, condições da cama, concentrações de amônia e qualidade da carcaça. Aumentos nas concentrações de amônia no ar, aumento da umidade e piora nas condições da cama, aparecimento de queimaduras por amônia nas carcaças e lesões nos pés e pernas, corresponderam a aumentos na UR. O ganho de peso, inversamente relacionado com os níveis de UR, estaria relacionado às condições da cama 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 foram observados com aumentos nos níveis de ventilação do ar interno (WEAVER & MEIJERHOF, 1991).

Um importante aspecto é ressaltado por BELYAVIN (1993) quando 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, um estudo onde foram associadas altas concentrações de amônia (50 ppm), de pó (5 $mg.m^{-3}$ de ovoalbumina), e inoculações de *Pasteurella multocida* intranasalmente em suínos, induziram ao aparecimento de rinite atrófica nestes animais, como resultado de um efeito acumulativo desta associação. A exposição do sistema respiratório à ação destes poluentes pode ter criado uma condição favorável para a colonização pela bactéria (HAMILTON *et al.*, 1993).

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 nos primeiros estágios de vida dos pintos, pois isso influencia na produção de amônia nos estágios subseqüentes, decorrente das condições da cama (BELYAVIN, 1993)

BUSSE (1993) fornece dados sobre a relação das variáveis ambientais com a saúde animal. Comparando as condições climáticas de granjas que apresentaram doenças respiratórias ou canibalismo com as que não apresentaram, encontrou nas primeiras, altos níveis de CO_2 e NH_3, e maiores taxas de umidade relativa e velocidade do ar. Quanto à metodologia de coleta, observou que medidas de NH_3 coletadas ao longo de 24 horas 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. Estes valores servirão de parâmetros comparativos para o presente estudo.

O impacto da amônia sobre o bem-estar animal foi determinado pelo *Farm Animal Welfare Council's* (FAWC, 1992) que primeiramente, listou os 5 níveis de bem-estar dos animais domésticos e relatou o atual *status* do efeito da amônia sobre estes níveis, como segue e nos fornece 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 e uma 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, o que causa 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.

3.3 Influência do ambiente sobre a produção 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. Nas condições brasileiras, frangos de corte são produzidos preferencialmente em galpões orientados no sentido leste-oeste e, de acordo com o ambiente local, costuma-se trabalhar com sistema aberto (janelas, cortinas e ventilação natural, na maioria das vezes) ou fechado (tipo túnel, com cortinas suspensas permanentemente e sistema mecanizado de ventilação), ambos visando garantir uma boa ventilação e conforto térmico aos animais.

Em estudo comparativo de dois aviários com sistemas de ventilação natural e mecanizada, avaliou-se a concentração de poeiras respiráveis e de amônia durante 24 horas 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. ROBERTSON & GALBRAITH (1971), citados pelos mesmos autores, observaram que não se pode predizer a taxa de produção de amônia no ambiente e assim, não se costuma basear a taxa de ventilação sobre os níveis de amônia, mas sobre a concentração de gás carbônico, umidade relativa, ocorrência de condensação e sobre as temperaturas de máxima e mínima. Recomenda-se uma faixa de 0,8 $m^3.h^{-1}$ kg PV ave, sendo acrescida de 10-15% no verão.

Outro estudo determinou os efeitos dos sistemas de aquecimento para criação de aves sobre os teores de umidade da cama e amônia do ambiente. Os maiores teores de amônia foram encontrados nos sistemas de cobertura, onde a umidade dentro dos círculos de proteção é maior, principalmente no horário de coleta, às 4:00 h da manhã, considerado de maior umidade e maior concentração de amônia. As concentrações não ultrapassaram os 10 ppm, considerados seguros para a criação animal (ABREU *et al.*, 1998).

LEWIS & NICHOLSON (1980) compararam a influência de 3 sistemas de ventilação (lenta, média e rápida) sobre a umidade da cama e 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 6 semanas submetidos a baixas taxas de ventilação subseqüente à vacinação, mas que regrediram após a equiparação de velocidades no final do experimento. Não houve diferença significativa nas taxas de condenações entre os tratamentos.

3.4 Distribuição dos gases nos aviários

HELLICKSON & WALKER (1983) demonstraram que existe a tendência de difusão dos gases seguindo o fluxo de convexão do ar e que CO_2, NH_3 e H_2S são produzidos constantemente nas canaletas de esterco, sendo suas concentrações, mais ou menos uniformemente distribuída 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 $m^3.h^{-1}$ por ave, a concentração média encontrada variou de 15 a 90 ppm. Dobrando-se esta taxa para 2,3 $m^3.h^{-1}$ por ave, reduziu-se a concentração para no máximo 50 ppm.

Já HINZ & LINKE (1998a) apontam que a distribuição de poluentes aéreos nas instalações para criação de animais depende do design 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.

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.

3.5 Coleta de amônia

Baseado em pesquisas publicadas ao longo dos anos, a BSI - British Standards Institution procura revisar normatizações de 1987, padronizando alguns procedimentos de estudo em instalações de produção animal, tais como, padronização de locais de coleta de amostras para cada espécie considerando-se o comportamento e o peso do animal, a quantidade de amostras necessárias para que o estudo tenha a acurácia desejada e a 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 observam 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, refletindo na performance animal (BOON, 1992).

WATHES *et al.* (1997), seguindo recomendações *do European Workshop on aerosol sampling in animal houses*, coletaram medidas durante 24 horas em 12 aviários de frangos de corte e poedeiras criadas em poleiros e gaiolas. Foram tomadas medidas de 7 locais no corte transversal das instalações assim distribuídas: 3 na altura das aves, 3 na altura dos tratadores e

1 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 PV (peso vivo), citando JARVIS & PAIN (1990), aviários têm uma modesta contribuição em comparação às criações de animais de grande porte, contrariamente ao que foi dito por WATHES *et al.* (1998).

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 permitem relacionar as reduções nas concentrações e emissões de amônia com o aumento da temperatura externa coletada. 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 bastante

representativo quanto à concentração diária de amônia por chegar muito próximo aos valores encontrados no monitoramento contínuo (HINZ & LINKE, 1998b).

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, dentre os quais, a acidificação e eutrofização. Sua contribuição na deposição de ácidos foi estimada em 45% na Holanda no ano de 1989 e 85% (mais de 220.000 $t.ano^{-1}$) do total de emissão de amônia neste país, originou-se de criatórios animais. Dentre eles, as granjas de aves e suínos são as que mais produzem amônia.

Os aspectos abordados em diferentes condições de estudo e as variáveis analisadas nos trabalhos contribuirão para a elaboração de metodologia que possibilite uma ampla averiguação das condições locais de criação, envolvendo aspectos construtivos, produtivos e sanitários.

IV. 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°37'52'' W e latitude 22°24'54'' S, ventos predominantes SE, em dois galpões dispostos lado a lado a uma distância de 30 m entre si, com mesmas dimensões e orientação leste-oeste, conforme Figura 4.1.

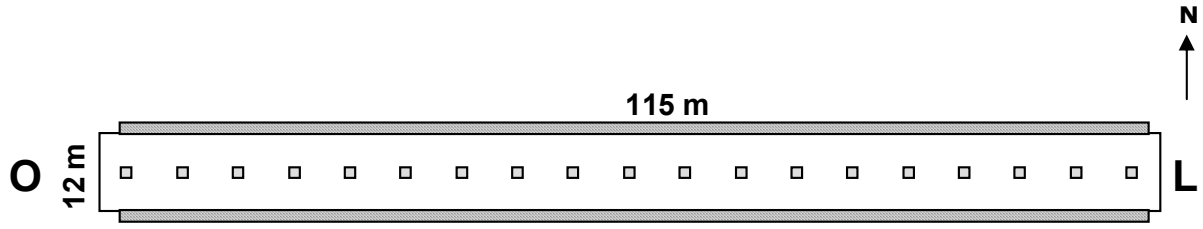


Figura 4.1. Esquema de galpão aviário utilizada no estudo.

Devido à extensão dos galpões, cada um deles foi dividido em 03 setores iguais por meio de tela metálica perfurada instalada transversalmente, de maneira a impedir o trânsito dos frangos entre os setores, em cuja área central onde foram dispostos os círculos de proteção, foi realizada a coleta dos dados conforme ilustra a Figura 4.2. Os círculos de proteção foram dispostos diferentemente dentro de cada tratamento, devido ao número de equipamentos necessários para quantidades diferentes de aves de alojadas.

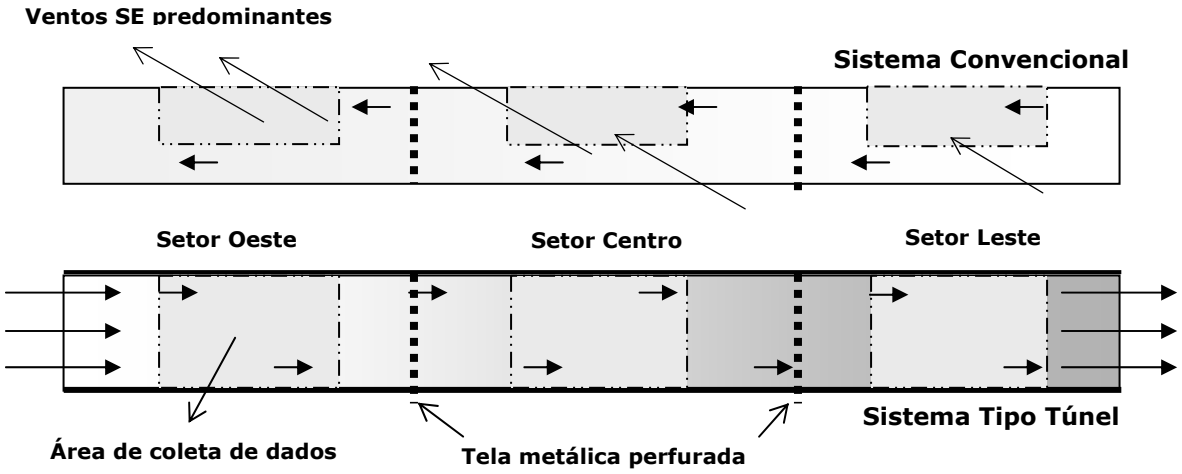


Figura 4.2. Esquema em planta das telas divisórias nos dois galpões e das áreas de coleta de dados.

4.1 Definição dos tratamentos

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, definido a seguir.

4.1.1 Tratamento A – Convencional

Neste tratamento estão associados:

- Densidade convencional de aves (13 aves.m^{-2});
- Ventilação natural por manejo convencional de cortinas (cor amarela);
- Ventilação interna (6 ventiladores axiais tipo Tufão de 0,5 C.V. a 120 cm do piso);
- Sistema de nebulização longitudinal com 2 linhas (Figuras 4.3 e 4.4)

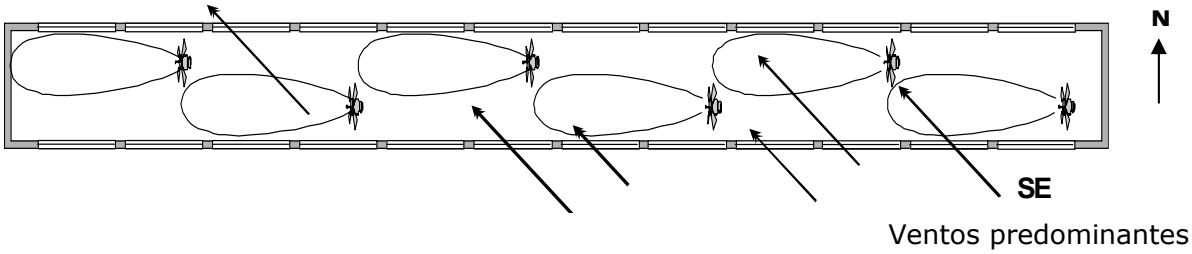


Figura 4.3. Esquema de galpão com Ventilação Convencional e Densidade de 13 aves.m^{-2}.

Figura 4.4. Vista do tratamento A – Ventilação convencional e Densidade de 13 aves.m^{-2}.

4.1.2 Tratamento B – Tipo Túnel

Neste tratamento estão associados:

- Alta densidade de aves (18 aves.m^{-2}.);
- Sistema de manejo convencional até o 25º dia de produção, aproximadamente;

- Sistema de ventilação tipo túnel, após o 25º dia de produção, contendo os seguintes equipamentos: 4 exaustores de 1,5 CV Tri localizados na face Leste (a 60 cm do piso); 5 ventiladores axiais tipo Tufão de 0,5 CV na parede da face Oeste (a 60 cm do piso); 8 ventiladores axiais tipo Tufão de 0,5 CV (a 120 cm do piso) distribuídos no interior do galpão; 2 linhas de nebulização; 1 Controlador Climatic-I com duas etapas e 1 painel de potência.

Neste sistema, as cortinas das laterais, impermeáveis na cor azul, foram suspensas permanentemente a partir do 25º dia de produção ou a partir do momento em que as condições climáticas assim o exigissem, e o sistema de ventilação tipo túnel promoveu a passagem contínua de ar ao longo de todo o galpão no sentido oeste-leste, em sentido contrário ao do sistema convencional de acordo com as instruções técnicas da empresa fornecedora dos equipamentos (Figuras 4.5 e 4.6).

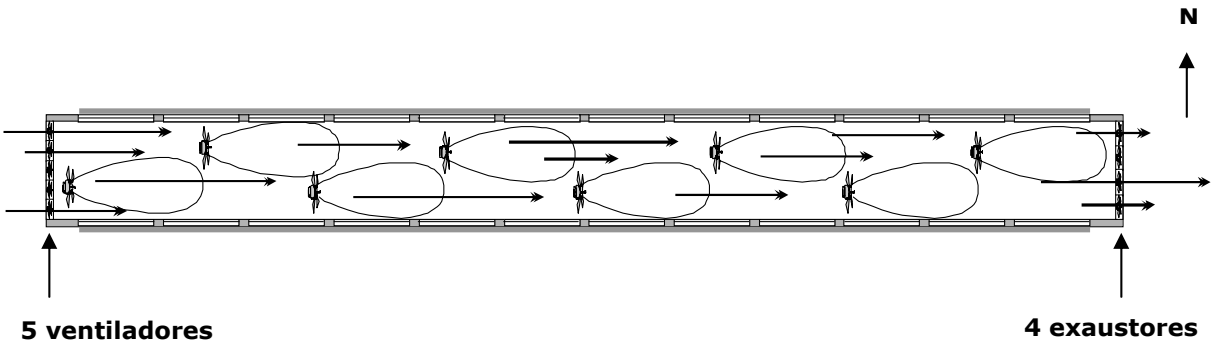


Figura 4.5 Esquema de galpão com Ventilação Tipo Túnel e Densidade de 18 aves.m^{-2}.

A automatização do sistema incluiu, além dos ventiladores de cabeceira que criaram uma pressão positiva injetando o ar externo para dentro do galpão e os exaustores da cabeceira

oposta que criaram uma pressão negativa succionando o ar interno para fora, os ventiladores axiais na parte interna, que auxiliaram na homogeneização deste ar, além do sistema de nebulização longitudinal. Para tanto, os limites para o funcionamento do sistema em 2 etapas foram assim estabelecidos:

- 1ª Etapa: ao se detectar a Temperatura de Bulbo Seco (TBS) > 24°C e Umidade Relativa do ar (UR) < 80%, pelo sensor do sistema de automação disposto no centro do galpão a 40 cm do piso, ocorre o acionamento dos 5 ventiladores da cabeceira oeste e 2 exaustores alternados da cabeceira leste.
- 2ª Etapa: ao se detectar TBS > 28°C e UR < 80%, ocorre o acionamento dos 2 exaustores restantes, de todos os ventiladores axiais e do sistema de nebulização por 1 minuto com intervalos de 1 minuto.
- Ao se detectar UR > 80%, somente o sistema de nebulização é desligado. Com UR < 80%, novamente o sistema de nebulização é acionado.

Para a adequação do galpão às novas condições de produção, foi realizada a vedação completa do mesmo para garantir a pressão negativa prevista em projeto, através da vedação do lanternim previamente existente e das frestas (portas/paredes e cortinas/vigas) com o mesmo material das cortinas, e pela instalação de peças de vedação na junção da telha de cimento amianto Canalete 90 Eternit® com as vigas do telhamento e da vedação (Figura 4.7).

Figura 4.6. Vista do tratamento B – Ventilação Tipo Túnel e Alta Densidade de 18 aves.m^{-2}.

Figura 4.7. Vedações do lanternim, frestas de portas / paredes e de telhado do Sistema Tipo Túnel.

4.2 Distribuição das aves

A empresa integra todas as etapas de produção, desde o matrizeiro, o incubatório de ovos, os galpões de produção de frangos até o abatedouro, localizados em regiões diferentes no mesmo município. Para cada lote de produção, foi realizada a distribuição aleatória e proporcional dos pintos nascidos no mesmo dia em lote misto (machos e fêmeas), de acordo com a sua origem no lote de matrizes e pertencentes a 3 linhagens: Hy-Yield, Avian Farms e AgRoss (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 Distribuição das linhagens de aves nos 3 lotes de produção.

LOTES	Hy-Yield	Avian Farms	AgRoss
Lote 1	23,93%	76,07%	-
Lote 2	11,15%	88,85%	-
Lote 3	-	60,18%	39,82%

A distribuição do número de aves nos 3 lotes de produção pode ser vista na Tabela 4.2. Dentro de cada sistema, as aves foram igualmente distribuídas dentro dos 3 setores: Oeste, Centro e Leste.

Tabela 4.2. Número de aves alojadas em cada lote de produção.

LOTES	Nº aves		Densidade (aves.m^{-2})		Total de aves
	Convencional	Tipo Túnel	Convencional	Tipo Túnel	
Lote 1	18.463	25.675	13,38	18,61	44.138
Lote 2	18.206	25.195	13,19	18,26	43.401
Lote 3	18.930	26.170	13,72	18,96	45.100
Médias	*18.533*	*25.680*	*13,43*	*18,61*	*44.213*

Quanto ao manejo empregado, foram utilizados o mesmo piso de cama (5 cm de maravalha) e quantidade de equipamentos semelhantes, adequados à quantidade de animais em cada sistema no que se refere ao arraçoamento (comedouros automáticos Tuboflex), fornecimento de água (bebedouros tipo *nipple* de baixa vazão) e sistema de aquecimento por campânulas a gás para as primeiras 3 semanas (21 dias) de cada lote. Cabe ressaltar neste item que, durante este período de aquecimento, a densidade de alojamento foi maior que a definida nos tratamentos, visto que as aves eram menores e foram dispostas dentro de círculos de proteção. E além disso, em função da adoção da mesma relação aves-equipamento, manteve-se a mesma densidade de aves.m^{-2} nesta fase para os dois tratamentos, mas que resultou numa maior área ocupação inicial da cama pelas aves do tratamento B, como pode ser visto na Figura 4.2.

Os telhados receberam pintura com cal duas vezes no período e foram aplicadas as mesmas medidas de biosseguridade:

- 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 iodofor, creolina ou formól; 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 foram 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 que houvesse a deposição de amônia na cama, o que poderia influir na análise dos níveis do gás durante a coleta.

O ciclo produtivo estabelecido pela granja foi de 70 dias incluindo o vazio sanitário e foram acompanhados 3 ciclos produtivos ou lotes de produção, durante o período de 10 de fevereiro a 25 de agosto de 2000, conforme ilustra a Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Datas de entrada e saída dos lotes de produção do experimento.

LOTES	**Entrada**	**Saída**
Lote 1	10 Fevereiro	05 Abril
Lote 2	24 Abril	05 Junho
Lote 3	06 Julho	25 Agosto

4.3 Avaliação dos níveis de amônia

A avaliação dos níveis de amônia dentro dos galpões aviários foi realizado a partir de dois enfoques. O primeiro deles, para o conhecimento do potencial de emissão do gás a partir da cama de frango submetida aos dois tratamentos com ventilação e densidade diferenciados. E associadas a esta emissão, foram coletadas outras variáveis relacionadas pela literatura, para o estabelecimento de um modelo de predição do seu valor aproximado, baseado nas condições de produção. O segundo enfoque foi direcionado para o conhecimento da concentração do gás

no ar presente dentro dos galpões. A amônia presente na cama na sua forma líquida (NH_4), volatiliza-se para sua forma gasosa (NH_3) e esta foi associada às variáveis produtivas e de condenação de carcaça por aerossaculite, pela sua conhecida ação sobre o organismo animal.

O horário de coleta dos dados para avaliação dos níveis de amônia, condição de cama e velocidades do ar, foi estabelecido para ser efetuado na parte da manhã no tratamento A (sentido Leste-Oeste para os setores) e à tarde no tratamento B (sentido Oeste-Leste para os setores), priorizando-se a pior condição, ou seja, de maior calor incidente durante o período da tarde na instalação onde houvesse maior número de aves e consequentemente, maior carga térmica interna que poderia estar afetando inclusive, a cama e a qualidade de ar presente. Para o tratamento A, seriam feitas as coletas dos dados em período de menor temperatura, mas de maior umidade relativa do ar que poderia afetar igualmente as condições de cama e a qualidade do ar presente.

4.3.1 Emissão de amônia pela cama

Para cálculo de emissão de amônia pela cama adotou-se a metodologia de JEPPSSON (1999), desenvolvida para estudos com cama de bovinos. Esta metodologia permite a avaliação do potencial de emissão de amônia por uma determinada área da cama, independentemente da velocidade do ar presente nas imediações, pois fixa a vazão do fluxo de ar com o uso de uma cápsula de ventilação, de forma que a emissão seja calculada com base apenas nas condições da cama estudada. Com a adoção desta metodologia, garantimos um padrão de coleta dos dados para os dois tratamentos.

Para tanto, foi construído um exemplar adaptado da cápsula de ventilação, utilizando-se placas de acrílico transparente de 4 mm de espessura presas com cantoneiras de alumínio

rebitadas às placas e vedadas com silicone. Na base, foi rebitada uma tira de 5 cm de alumínio para facilitar a acomodação da cápsula junto à cama de frango; numa das extremidades, foram acoplados dois tubos de PVC de 7,5 cm de diâmetro por onde entraria o ar; e internamente, foi instalada uma ventoinha utilizada em computadores (12V e 60 mA) para homogeneização do ar que adentra a cápsula pelo tubos e para retirada deste ar, um exaustor na extremidade oposta com vazão máxima de 90 $m^3.h^{-1}$, ajustado com dimmer para regulagem das rotações das pás. Entre eles, foi feito um orifício de 0,5 cm para a introdução do tubo de detecção de amônia, assim como, um orifício à altura de 150 cm no tubo de PVC que coleta o ar presente a uma altura de 200 cm do piso. O esquema desta cápsula de ventilação é apresentado na Figura 4.8.

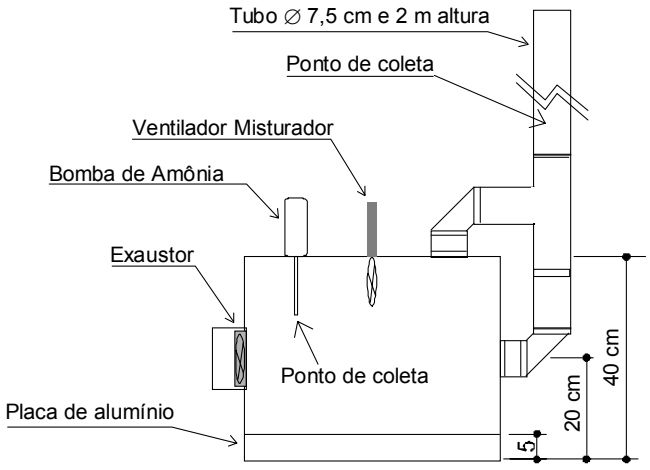


Figura 4.8. Esquema da cápsula de ventilação (JEPPSSON, 1999).

Nos 14º, 28º e 39º dias de cada lote, aleatoriamente dentro dos limites iniciais dos círculos de proteção em cada setor das duas instalações como ilustra a Figura 4.2, foram coletados os dados para avaliação da emissão de amônia pela cama, acondicionando-se a cápsula sobre a cama e aguardando-se 20 minutos para a estabilização do fluxo de ar. Foram realizadas duas medidas de concentração de amônia, uma dentro da cápsula de ventilação e outra, de amostra de ar coletada a 200 cm do piso conforme ilustra a Figura 4.9.

A avaliação da concentração de amônia da amostra de ar, seguiu o seguinte princípio recomendado pelo fabricante: a amostra de ar de 100 cm^3 é succionada para dentro da Bomba de detecção Dräger®[1] passando pelo tubo reagente acoplado à sua extremidade, que contém azul de bromofenol, um indicador de pH que passa a ter coloração azulada após o contato com a amônia, sendo então, a concentração avaliada em ppm através da leitura em escala graduada situada na parede do tubo. Foram utilizados tubos na faixa de 2 a 30 ppm para coleta de dados do 14º dia de produção e tubos de 5 a 100 ppm, para o 28º e 39º dia. O erro padrão deste método oscila entre 10 a 15% e o valor lido na escala graduada foi devidamente corrigido em função da altitude encontrada no local, através da fórmula:

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

Além destes dados, para cada coleta, foi registrada a velocidade do ar de saída do exaustor da cápsula de ventilação, utilizando-se anemômetro Kestrel®[2], no eixo do exaustor a uma distância de 10cm, e retirando-se uma média de 4 posicionamentos do aparelho durante 1 minuto de leitura (Figura 4.10). O valor de cada leitura em $m.s^{-1}$, serviu de base de cálculo para obtermos o fluxo de ar **q** da Equação 2, que nos forneceu a emissão de amônia pela cama de frango.

[1] Bomba modelo Accuro e tubos de amônia 2/a (2-30ppm) e 5/b (5-100 ppm). Luebeck, Germany.

[2] Kestrel SN1000 Nielsen-Kellerman CO. USA.

Figura 4.9 Coleta de concentração de amônia do ar dentro da cápsula e de 200 cm do piso.

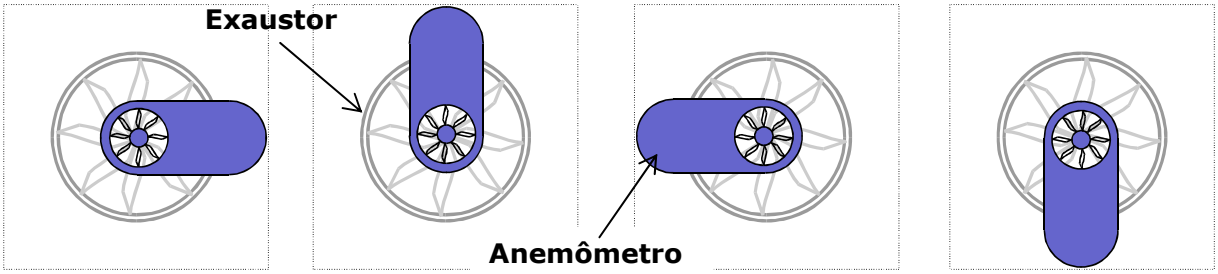


Figura 4.10 Posições do anemômetro para coleta de velocidade do ar no eixo do exaustor da cápsula de ventilação.

Portanto, os valores encontrados para a concentração de amônia do ar (dentro da cápsula e a 200 cm) e fluxo de ar a partir da velocidade do ar de exaustão, foram empregados na seguinte equação definida por JEPPSSON (1999):

$$E = (C_{capsula} - C_{2m}).\varphi.q \qquad \text{(Eq.2)}$$

Onde: E = Emissão ($mg.m^{-2}.h^{-1}$);

$C_{capsula}$ = Concentração de amônia na cápsula corrigida por F (ppm);

C_{2m} = Concentração de amônia a 200 cm de altura corrigida por F (ppm);

φ = Densidade corrigida do gás de exaustão da cápsula (0,7646 $kg.m^{-3}$) e

q = Fluxo do ar ($m^3.m^{-2}.h^{-1}$). (JEPPSSON, 1999)

4.3.2 Concentração de amônia dentro das instalações

Nos 14º, 28º e 39º dias de cada lote, nas proximidades do local onde foi disposta a cápsula de ventilação em cada setor de cada tratamento, foi coletada amostra de ar para a avaliação da concentração de amônia livre a 25 cm de altura do piso através do uso de bomba manual Dräger® e tubos de detecção de amônia (Figura 4.11), seguindo a mesma metodologia citada no Item 4.3.1.

Esta avaliação se deu no mesmo momento em que se aguardava a estabilização da cápsula de ventilação e as atividades usuais das aves já haviam sido retomadas, após a agitação e deslocamento causados pela entrada dos equipamentos e do operador no setor para coleta.

4.3.3 Concentração de amônia fora das instalações

Foram determinadas as concentrações de amônia presentes nas saídas dos 4 exaustores do tratamento B – Tipo Túnel e suas imediações, em coleta única (43º dia de produção do lote 3, com 1 amostra/ponto, das 10:00h às 13:00h) para a avaliação da existência de arraste do gás promovido pelos ventos predominantes SE, que direcionariam os gases que saem dos exaustores para o galpão do tratamento A – Convencional conforme ilustra a Figura 4.12.

Figura 4.11. Coleta de amostra de ar para avaliação de sua concentração de amônia.

Figura 4.12.Esquema dos pontos de coleta de amostra de ar para análise da concentração de amônia e vista da saída dos exaustores.

4.4 Coleta das variáveis ambientais

Foram utilizados os seguintes equipamentos para a coleta das variáveis ambientais internas, em cada setor nos dois galpões:

- 02 *dataloggers* Didai®, um de temperatura de bulbo seco (TBS) e outro de temperatura de bulbo úmido (TBU), ambos com leituras em intervalos de 30 minutos e armazenamento dos dados ao longo de todo o lote, e fixos a 50 cm da cama (próximos aos frangos) no centro geométrico de cada setor do galpão (Figura 4.13). Para obtermos a TBS e UR do ar que estariam relacionados com o momento da coleta em cada setor, foi calculada a média dos valores do período entre o momento da coleta e 1 hora antes do mesmo. Estes valores foram utilizados para a elaboração dos modelos matemáticos. Para obtermos a TBS e UR do ar dos setores de cada tratamento, foi calculada a média dos valores de cada setor para um mesmo período, a partir de 1 hora antes da coleta do primeiro setor até o momento em que se coletou os dados do último setor. Desta forma, procuramos verificar se para o mesmo período dentro de um mesmo tratamento, houve variação nas condições de temperatura e umidade do ar dos setores, sob influência principalmente do sistema de ventilação adotado. Para o cálculo da Umidade Relativa do Ar (UR) a partir dos dados de TBU e TBS, foi utilizado o software Psicart que utiliza como base a carta psicrométrica.
- 01 anemômetro Kestrel®, utilizado para obtenção da velocidade do ar ($m.s^{-1}$) nos 14º, 28º e 39º dias do ciclo produtivo, posicionando-se a 50 e 150 cm da cama de cada setor do galpão durante 1 minuto, num momento próximo à coleta de amostra de ar para avaliação da concentração de amônia.

A divisão dos galpões em 3 setores por meio de tela metálica e a coleta de dados foram estabelecidas para a avaliação de um possível efeito de arraste do calor e gases produzidos no Setor Oeste em direção ao Setor Leste do tratamento B com o acionamento do sistema de ventilação tipo túnel, de maneira a favorecer um acúmulo destes fatores próximo à cabeceira de exaustão. Se esta hipótese se confirmasse, encontraríamos maior temperatura, umidade e níveis de amônia no Setor Leste, o que poderia estar relacionado às respostas de produtividade e saúde animal deste setor (Figura 4.14).

Figura 4.13. Vista dos *dataloggers* instalados no centro geométrico de cada setor.

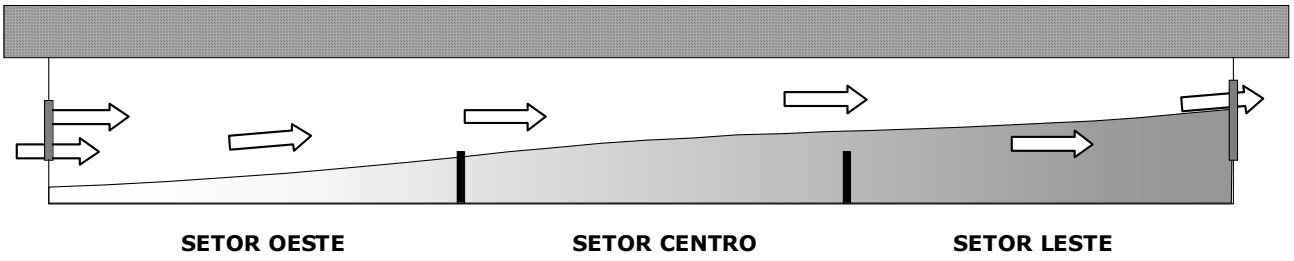


Figura 4.14 Esquema longitudinal do possível efeito de arraste de calor e gases para o Setor Leste do galpão do tratamento B decorrente do fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação.

4.5 Coleta das variáveis de condição de cama

Nos 14º, 28º e 39º dias de cada lote, nas proximidades do local onde foi disposta a cápsula de ventilação em cada setor de cada tratamento, foram coletados os seguintes dados:

4.5.1 Temperatura superficial da cama

Foram avaliadas as temperaturas externamente à cápsula de ventilação e internamente à mesma, imediatamente após o término da sua utilização para avaliação da emissão de amônia pela cama. Para tanto, utilizou-se termômetro de mercúrio (0-100°C) em 5 pontos aleatoriamente definidos, a partir dos quais obteve-se uma média de valores. Para a leitura, apoiou-se o bulbo do termômetro sobre a cama e aguardou-se o tempo de estabilização (Figura 4.15).

Os resultados foram expressos da seguinte maneira: temperatura da cama contida na cápsula de ventilação e temperatura da cama média, na qual associa-se as médias das temperaturas da cama externa e interna à cápsula.

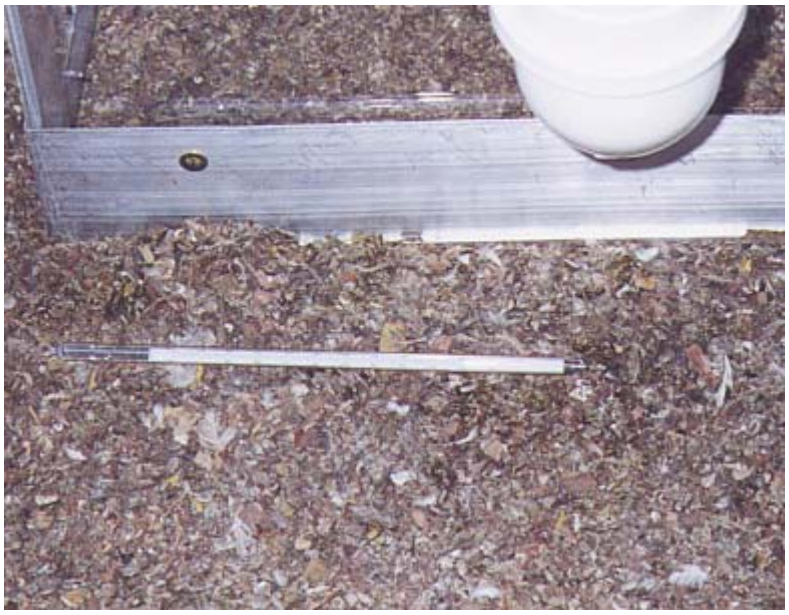


Figura 4.15 Coleta de temperatura superficial da cama, externamente à cápsula de ventilação.

Figura 4.16. Vista da análise de pH da cama em campo.

4.5.2 pH da cama

Para a avaliação do pH da cama contida na cápsula de ventilação foi utilizada a seguinte metodologia e equipamentos (Figura 4.16):

- Coleta de uma amostra da cama de frango em frasco de vidro de volume definido, procurando-se compactá-la o máximo possível dentro do recipiente. Nesta metodologia, adaptada das metodologias usuais, a amostra é definida pelo volume e não pela massa, devido a impossibilidade de se ter uma balança eletrônica de precisão no local, além da necessidade de se realizar leitura no momento da coleta, pois o pH poderia se alterar até a leitura em laboratório;
- 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;
- Aguardar o período de 1 hora em repouso, para a sedimentação do material;
- Leitura do pH com a introdução do bulbo do potenciômetro Digi-Sense®[3] até a meia altura do volume da amostra diluída.

4.5.3 Umidade da cama

Para a avaliação da umidade da cama, foram coletadas amostras de cama de cada setor em duplicidade (dentro da cápsula e aleatoriamente, no mesmo setor), acondicionadas em sacos plásticos herméticos, retirando-se manualmente o máximo de ar possível e acondicionando-as em caixa de isopor com gêlo sintético para transporte até laboratório da FEAGRI, onde foi realizada a análise de umidade. Para esta análise foi utilizado Método de

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

Determinação do Grau de Umidade recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992):

- Regular a temperatura da estufa a 105°C ± 3°C;
- Identificar e pesar o recipiente com tampa em balança analítica previamente calibrada (Lata nº / Peso Líquido Inicial);
- 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);
- Preparar 3 recipientes para cada amostra de cama de frango analisada;
- Colocar os recipientes na estufa a 105°C abertos sobre as tampas por 24 h;
- Retirar os recipientes, tampá-los e imediatamente, acondicioná-los em dessecadores até que esfriem por completo;
- Pesar os recipientes fechados (Peso Bruto Final).
- Calcular a percentagem de umidade aplicando-se a fórmula:

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

Os resultados foram expressos como: umidade da cama contida na cápsula e umidade da cama média (cama da cápsula + cama aleatoriamente escolhida).

4.6 Coleta das variáveis produtivas

Para cada lote de produção, foram obtidos as seguintes variáveis produtivas.

4.6.1 Mortalidade

A mortalidade de cada setor em cada um dos tratamentos foi obtida através da fórmula usual do manejo da avicultura:

$$\%\ Mortalidade = \frac{n^{o}\ de\ aves\ mortas}{n^{o}\ de\ pintos\ de\ 1\ dia\ iniciados} x\ 100 \qquad \text{(Eq.4)}$$

4.6.2 Peso das aves

Para a avaliação do peso vivo das aves, foi cercado aleatoriamente, um grupo de aves nos cantos de cada setor das instalações e pesadas amostras de 1% no 1º lote de produção com uso de dínamo, passando-se para 2%, nos 2º e 3º lotes, com uso de balança eletrônica.

Em função da possível interferência do método de coleta de peso nas avaliações de concentração de amônia no ar e na condição de cama, o que influiria na emissão do gás pela mesma, optou-se pela coleta de peso das aves em dias diferenciados. Desta maneira, os resultados de peso foram ajustados aos 14º, 28º e 39º dias de produção através do cálculo dos valores por interpolação.

4.6.3 Conversão alimentar

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

$$CA = \frac{total\ de\ kg\ de\ ração\ consumida}{total\ de\ kg\ de\ frangos\ vivos\ vendidos} \qquad \text{(Eq.5)}$$

4.6.4 Ganho de Peso Diário

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

$$Ganho\ de\ Peso\ Diário = \frac{kg\ \ frango\ vendido \Big/ nº\ aves\ vendidas}{idade\ média} \qquad \text{(Eq.6)}$$

4.6.5 Índice de Eficiência Produtiva

O índice de eficiência produtiva ao final de cada lote em cada sistema de produção foi obtido através da fórmula:

$$IEP = \frac{Nº\ ave\ vendidas \Big/ Ganho\ de\ Peso\ Diário}{Nº\ p\text{int}os \times Conversão\ A\text{lim}entar \times Idade\ Média} \times 10000 \qquad \text{(Eq.7)}$$

4.7 Avaliação da formulação das rações

O arraçoamento das aves da granja foi realizado com 4 formulações a saber: pré-inicial (1º ao 7º dia), inicial (8º ao 23º dia), engorda (24º ao 42º dia) e final (43º em diante). Suas composições, estabelecidas a cada criada em função da época do ano e da oferta das matérias-primas, todas adquiridas no mercado.

Devido à possível influência dos níveis protéicos da ração sobre a eliminação de nitrogênio pelas fezes e consequentemente, a possível influência sobre a quantidade de NH_3 liberada pela cama, foi realizada a coleta de amostras de ração das diferentes formulações, dos dois tratamentos, durante os 3 lotes de produção, sendo as mesmas enviadas para o laboratório

responsável pelas suas formulações, para análise de Umidade Volátil, Proteína Bruta, Matéria Mineral, Cálcio e Fósforo. Os resultados foram analisados quanto ao limite de variabilidade aceito tecnicamente entre os níveis obtidos pela análise e os níveis prescritos na formulação, e quanto às diferenças entre formulações entre os lotes de produção.

4.8 Coleta de dados de condenação de carcaça

O período de abate estabelecido pela granja oscilou entre os 39º e 49º dias de produção, dependendo da demanda de mercado do abatedouro. Para o 1º lote, o acompanhamento se deu com 39 dias, no 2º lote com 49 dias e no 3º lote, com 41 dias.

Foi feito o acompanhamento da "panha" das aves durante a noite e após conferência na plataforma de abate (Figura 4.17), foram obtidas as quantidades de aves/setor/galpão apresentadas na Tabela 4.4 que variaram entre os lotes. No 1º lote, acompanhou-se o abate de um número menor de aves pela demanda requerida pelo abatedouro naquele momento.

Tabela 4.4 Número de aves acompanhadas para abate ao final de cada lote de produção.

Nº aves / LOTES	Tratamento A - Convencional			Tratamento B – Tipo Túnel		
	Oeste	Centro	Leste	Oeste	Centro	Leste
Lote 1	634	630	628	783	838	795
Lote 2	2.353	2.252	2.294	2.302	2.290	2.304
Lote 3	2.564	2.567	2.555	2.568	2.559	2.558

Os dados de condenações das carcaças foram obtidas segundo a metodologia empregada pelo SIF - Serviço de Inspeção Federal que fiscaliza o abatedouro da empresa:

- **Condenação Total:** nestas situações, a carcaça inteira é condenada e descartada. *Atribuição de causas:* lesão supurada, aerossaculite, artrite, ascite, aspecto repugnante, caquexia, ccelulite, colibacilose, coligranulomatose, contaminação, lesão traumática, cor anormal, dermatose, doença de Marek, escaldagem excessiva, evisceração retardada, neoplasia, salpingite, carne sanguinolenta, septicemia e síndrome hemorrágia.
- **Condenação Parcial:** nestas condições, a parte da carcaça comprometida é condenada e descartada, sendo as outras partes de interesse, retiradas da carcaça e destinadas à venda em cortes.

  Atribuição de causas: lesão supurada, aerossaculite, artrite, celulite, coligranulomatose, contaminação, lesão traumática de asa, coxa, peito e mecânica, dermatose, escaldagem excessiva, neoplasia, salpingite, carne sanguinolenta e síndrome ascítica.

As lesões por aerossaculite são determinadas pelo comprometimento dos pulmões e sacos aéreos, podendo-se observar áreas esbranquiçadas ou um quadro de aerossaculite serosa, a qual mostra um exsudato espumoso ao nível da membrana. Quando ocorre complicação por *Escherichia coli*, este exsudato pode evoluir para uma quadro fibrinocaseoso bem disseminado, de cor amarelada e muitas vezes, comprometendo outros órgãos cavitários (Figura 4.18).

Ao final do experimento, foi realizada coleta única de carcaças condenadas por aerossaculite pelo SIF, oriundas dos dois tratamentos e envio das mesmas para laboratório especializado para análises bacteriológico e micológico das lesões. Para tanto, foi realizada coleta de material que não recebesse contato direto de luvas dos manipuladores do processo e que apresentasse os sacos aéreos e pleura íntegros, sem ruptura ou extravasamentos da

cavidade que viessem a contaminar o material das lesões. As carcaças foram então embaladas em sacos plásticos duplos, retirando-se o ar manualmente, lacrados e preservados em caixa de isopor contendo gelo, em posição vertical para que o líquido presente na carcaça não viesse a alterar os resultados. No prazo de duas horas, o material foi entregue ao laboratório.

Figura 4.17 Vista da "panha" das aves durante a noite e acompanhamento do lote na plataforma de abate.

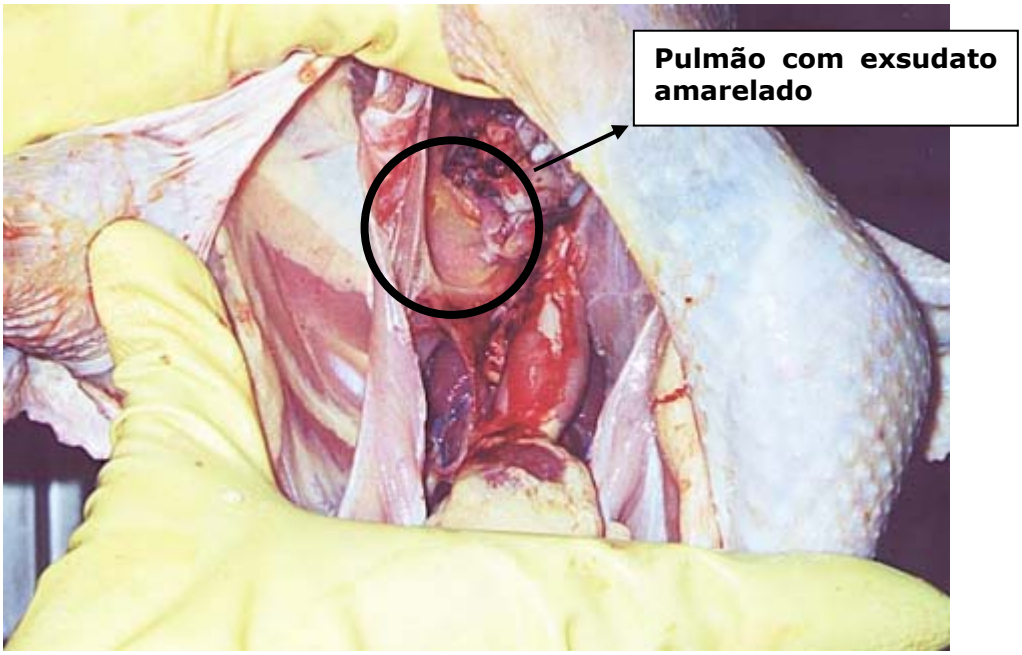


Figura 4.18. Vista de lesão por aerossaculite em aves.

4.9 Análise Estatística

O delineamento deste estudo observacional foi realizado em blocos inteiramente casualizados, estrutura fatorial 2 x 3, ou seja, 2 tratamentos (A – Ventilação e Densidade Convencionais e B – Ventilação Tipo Túnel e Alta Densidade) e 3 setores (O – Oeste, C – Centro e L – Leste), em 3 fases de coleta de dados (14º, 28º e 39º dias) e com 3 repetições (blocos) para todas as variáveis, conforme ilustram as Figuras 4.19 e 4.20.

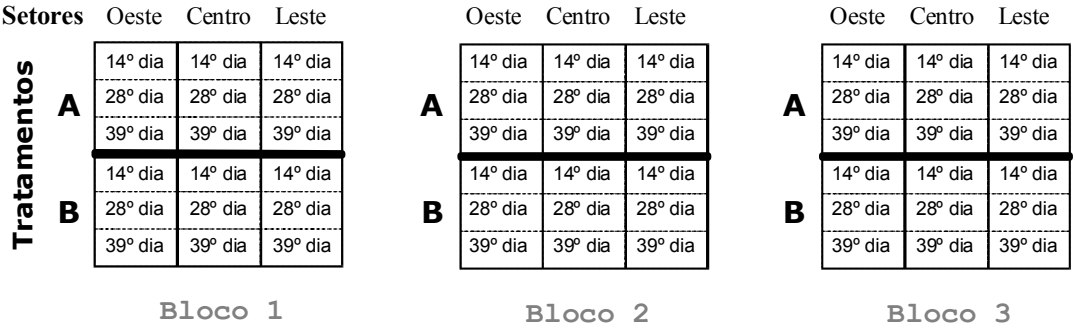


Figura 4.19 Delineamento estatístico do experimento.

Dias	Tratamentos (Pacotes)	Setores	Blocos (Lotes)		
			1	2	3
14	A	Oeste			
		Centro			
		Leste			
	B	Oeste			
		Centro			
		Leste			
28	A	Oeste			
		Centro			
		Leste			
	B	Oeste			
		Centro			
		Leste			
39	A	Oeste			
		Centro			
		Leste			
	B	Oeste			
		Centro			
		Leste			

Figura 4.20 Esquema de distribuição dos valores obtidos para uma variável do experimento.

Os dados de emissão e concentração de amônia, variáveis ambientais internas, índices produtivos e dados de condenação de carcaça foram avaliados por análise de variância, segundo o modelo fatorial envolvendo os fatores tratamento e setor para testar a hipótese de igualdade entre as médias ao nível de 5% de significância (BANZATTO & KRONKA,1989; GOMES, 1987). Na existência de diferença significativa para a variável, foi realizada a comparação entre médias pelo Método de Fischer LSD – Least Significant Differrences (MILLIKEN & JOHNSON, 1992).

O método de comparação múltipla LSD tem sido bastante empregado nos EUA, devido à sua fácil aplicação e pode ser expresso matematicamente, a um nível α.100% de significância comparando-se μ_i com μ_j por:

$$LSD_\alpha = t_{\alpha/2,\upsilon}\hat{\sigma}\sqrt{\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j}} \qquad \text{(Eq.8)}$$

Sendo: α = Nível de significância (%)
$t_{\alpha/2}$ = t de Student
$\hat{\sigma}$ = Erro Padrão
n_i = Número de repetições para média *i*
n_j = Número de repetições para média *j*

O Método LSD de Fisher é uma generalização do LSD e oferece uma proteção ao método, uma vez que é aplicado somente nos casos em que a hipótese $H_0 = \mu_1 = \mu_2 = ... = \mu_t$ é, primeiramente rejeitada no Teste de F da ANOVA.

4.10 Modelo Matemático

A partir dos resultados que comprovaram a significância da influência do tratamento que associa o sistema de ventilação à densidade de produção, sobre a emissão de amônia pela cama e a concentração de amônia no ar a 25 cm do piso, foram elaborados modelos matemáticos estatísticos a partir das variáveis ambientais e de condições de cama, que descrevessem numericamente a relação existente entre estas variáveis.

Este modelo estatístico foi obtido a partir do Método de Regressão Linear, utilizado para que possam ser feitas estimativas ou predições de uma das variáveis estudadas a partir do valor esperado da outra com a qual esteja relacionada. Esta técnica procura ajustar uma curva a um conjunto de dados, de maneira que expresse matematicamente a relação entre as variáveis.

Procurou-se obter modelos em que os Coeficientes de Determinação (R^2) fossem superiores a 80%, ou seja, curvas que representem em 80% ou mais, os pontos analisados e que apresentassem uma Dispersão de Resíduos não tendenciosa, da maneira mais uniforme possível em torno da média, o que significaria que todo o efeito da variável foi representado pelo modelo ou estabeleceria que sua influência nos valores não foi significativa.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os testes de Análise de Variância (ANOVA) que tiveram resultados significativos, são apresentados na sua íntegra no item Anexo, assim como seus respectivos gráficos de dispersão de resíduos, elaborados para a validação da suposição de que no modelo de análise de variância, as observações são independentes, têm distribuição normal e de mesma variância em cada tratamento. Um resíduo é definido pela diferença entre uma observação e a média do tratamento correspondente.

Para todas as variáveis coletadas, foi adotado o modelo estatístico da Equação 9 e que apresentou o melhor gráfico de dispersão de resíduos em todos os casos.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \tau_{ij} + \varepsilon_{ijk} \qquad \text{(Eq.9)}$$

Sendo:

Y_{ijk} = observação coletada sob o i-ésimo tratamento, j-ésimo setor, k-ésimo bloco e ij-ésima interação tratamento x setor.

μ = média global.

α_i = efeito o i-ésimo tratamento (i = 1 ventilação tipo túnel e densidade de 18 aves.m^{-2}; i = 2 ventilação convencional e densidade de 13 aves.m^{-2}).

β_j = efeito do j-ésimo setor (j = 1 é Oeste, j = 2 é Centro, j = 3 é Leste).

γ_k = efeito do k-ésimo bloco (k = 1 é lote 1, k = 2 é lote 2, k = 3 é lote 3).

τ_{ij} = efeito do ij-ésima interação tratamento x setor.

ε_{ijk} = componente de erro aleatório associado à observação Y_{ijk}.

O efeito do setor neste modelo relaciona-se aos setores dos dois tratamentos simultaneamente, exemplificando, o efeito do setor Oeste relaciona-se à associação dos efeitos devidos ao setor Oeste do tratamento A aos do setor Oeste do tratamento B. Isoladamente, o efeito devido a um setor de um determinado tratamento sobre a variável estudada, é obtido pela resposta dada pela interação tratamento x setor.

Todas as análises foram feitas seguindo uma metodologia de coleta de modo que os resultados de todas as coletas do tratamento A refletem as condições para o período da manhã e os resultados de todas as coletas do tratamento B refletem as condições para o período da tarde, o que para a nossa realidade, são as mais críticas sob o ponto de vista de conforto térmico associadas à hipótese de piores condições de qualidade do ar neste período. Desta forma, pelo fato de que o intervalo de coleta dos dados (níveis de amônia, ambientais e de condições de cama) para cada tratamento foi em média de 2 horas (cerca de 40 minutos por setor), as eventuais diferenças encontradas nas análises estatísticas destas variáveis estarão também, associadas a este fator imposto pela metodologia adotada.

A diferença encontrada entre blocos ou lotes não será discutida neste análise, pois a escolha por tal delineamento pressupõe esta condição que se aplica igualmente a cada um dos tratamentos e elimina este efeito nos resultados obtidos. Ao longo de todo estudo, os blocos foram diferenciados, dentre outros fatores, pelas condições climáticas de produção (estações), pelas linhagens das aves utilizadas e pelos diferentes componentes utilizados nas rações devido à sazonalidade do oferecimento da matéria-prima e pela formulação diferenciada para cada condição climática.

5.1 Análise dos níveis de amônia

5.1.1 Emissão de amônia pela cama de frango (mg.m-^{2}.h^{-1})

14º dia de produção

Entre tratamentos: foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias da emissão de amônia pela cama de frango entre os tratamentos no 14º dia de produção, somente na função logarítmica do modelo. A diferença entre médias encontrada por outros modelos (raiz quadrada e exponencial) tiveram seus p-valores superiores, mas próximos ao nível de significância adotado e apresentavam, em todos os casos, um gráfico de dispersão de resíduos bastante tendencioso. Ao se comparar as médias dos tratamentos pelo Método de Fisher LSD, este determinou a não existência desta diferença e foi assim aceito, pois trata-se de um método protegido dentro do LSD que só compara as médias dos valores mediante confirmação prévia pelo Teste F da ANOVA.

Portanto, não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias da emissão de amônia pela cama de frango dos tratamentos para a coleta no 14º dia de produção. A média do tratamento A foi de 62,46 mg.m^{-2}.h^{-1} e do tratamento B, de 147,41 mg.m^{-2}.h^{-1}, porém pelo modelo normal, este resultado ficou localizado bem próximo do limite de significância (p-valor de 6,22%).

As médias dos valores de emissão de amônia pela cama são apresentadas na Tabela 5.1 e o perfil da emissão do gás ao longo do período estudado pode ser visto na Figura 5.1.

Nesta fase de produção, o aquecimento das aves seguiu o mesmo princípio de alojamento (aves/equipamento) e foram fornecidas as mesmas condições de manejo que procuraram padronizar as temperaturas e fluxo de ar interno dos galpões. Este fato pode ser associado às análises das variáveis ambientais e de condição de cama (Itens 5.2 e 5.3), nas

quais não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos para as médias de velocidade do ar (25 cm e 150 cm do piso), de temperatura superficial e umidade da cama.

Somente o pH da cama apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias, o que seria um indicativo de uma maior atividade microbiana inicial na cama do tratamento B (tratamento A → 6,33 e tratamento B → 7,34).

As diferenças entre as médias de TBS (Temperatura de Bulbo Seco) e UR (Umidade Relativa do ar) para os períodos de coleta, numericamente foram da ordem de 0,51°C para TBS (tratamento A → 27,08°C e tratamento B → 27,59°C) e 4,86% para UR (tratamento A → 61,29% e tratamento B → 56,43%) neste dia, valores bastante próximos mesmo para períodos diferenciados de coleta (manhã e tarde).

Esta metodologia que avalia a emissão de amônia de uma determinada área de cama tem uma restrição por não nos fornecer a emissão de amônia total, pois não considera a área da cama total ocupada pelas aves dentro do galpão, o que foi maior no tratamento B pela maior quantidade de aves alojadas. Esta consideração pode vir a afetar os resultados de concentração de amônia encontradas no ar.

Entre setores e Interação tratamento x setor: não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de emissão de amônia entre os setores e nas interações tratamento x setor de cada tratamento. A média de emissão foi superior numericamente, nos setores Leste e Oeste, de maneira semelhante nos dois tratamentos. E ainda para este dia, sob manejo de aquecimento, as médias das variáveis ambientais e de condição de cama não apresentaram diferenças significativas, definindo uma homogeneidade de condições nos dois galpões.

Tabela 5.1 Médias da emissão de amônia pela cama ($mg.m^{-2}.h^{-1}$) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Emissão de amônia pela cama ($mg.m^{-2}.h^{-1}$)			
Efeitos / Dias	**14º**	**28º**	**39º**
Tratamentos B	147,41	1.207,00 **a**	1698,20
A	62,46	584,31 **b**	1320,30
Erro padrão	*40,48*	*134,87*	*463,24*
Setores3 Leste	137,12	1267,40 **a**	1.642,30
2 Centro	87,13	879,16 **b**	1.175,70
1 Oeste	90,55	540,40 **b**	1.709,80
Erro padrão	*49,58*	*165,18*	*567,35*
Interações B-L	185,23	1.814,50 **a**	1.969,20
B-C	125,71	1.292,10 **b**	1.399,10
B-O	131,28	514,30 **c**	1.726,40
Interações A-L	89,02	720,20	1.315,50
A-C	48,56	466,20	952,20
A-O	49,81	566,50	1.693,10
Erro padrão	*70,11*	*233,60*	*802,35*

28º dia de produção

Neste dia, as aves já ocupavam toda a área dos galpões e o manejo priorizava o resfriamento das mesmas. Nestas condições, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de emissão de amônia pela cama entre tratamentos, setores e na interação tratamento x setor (Tabela 5.1).

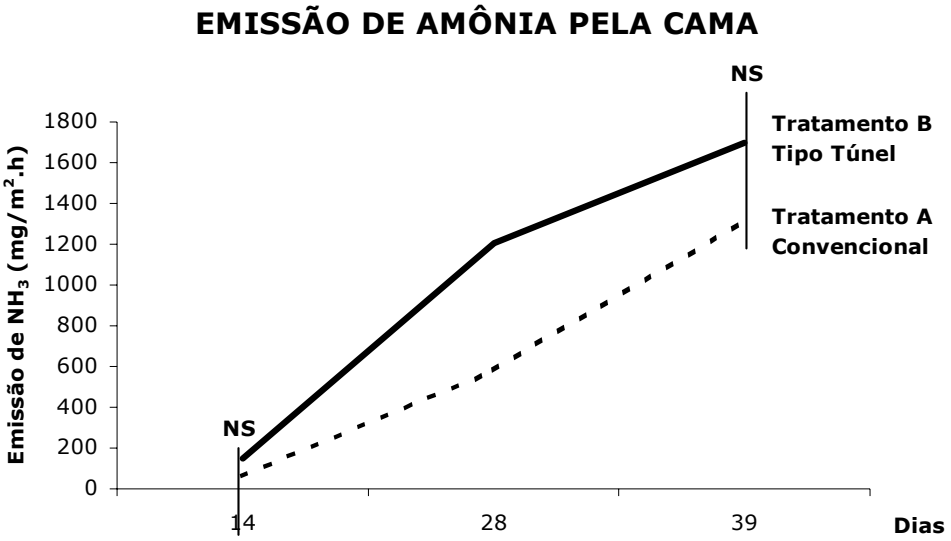


Figura 5.1 Gráfico da emissão de amônia pela cama nos dois tratamentos. (NS = Não significativo).

Entre tratamentos: a diferença significativa encontrada para as médias de emissão de amônia entre os tratamentos na coleta do 28º dia de produção, poderia estar relacionada à temperatura, pH e umidade da cama, variáveis estas que apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Estes resultados concordam com BAIÃO (1996) que cita a influência da temperatura (25° a 30°C), do pH (5,5 a 9,0) e da umidade da cama (40 a 60%) no aumento da reação de degradação dos compostos nitrogenados na cama de frangos. De fato, a média de temperatura superficial da cama do tratamento B foi superior (27,78°C) a do tratamento A (25,33°C), assim como o pH (tratamento B → 8,15 e tratamento A → 7,31) e umidade da cama contida na cápsula (tratamento B → 27,97% e tratamento A → 24,66%), embora esta última não esteja dentro do intervalo citado pelo autor. KRISTENSEN & WATHES (2000) colocam que além da temperatura, pH e umidade da cama, o tipo de material e seu manejo afetam a emissão de amônia e sua concentração no ar.

***Entre setores**:* o setor Leste (1.267,40 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) apresentou média de emissão de amônia superior ($p < 0,05$) às médias dos setores Centro (879,16 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) e setor Oeste (540,40 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) para este dia, como ilustra a Figura 5.2. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os setores para a umidade da cama contida na cápsula sendo que a média do setor Leste (28,55%) foi superior ao setor Centro (26,59%) que foi superior à do setor Oeste (23,81%) e para a média da TBS do tratamento A, sendo o a média do setor Leste (25,14°C) superior às médias do setor Oeste (24,87°C) e Centro (24,68°C). As médias de TBS do tratamento B, apresentaram este perfil crescente do setor Oeste ao Leste, com p-valor de 8,32%, próximo do nível de significância adotado. As demais variáveis estudadas não apresentaram diferenças significativas para os setores.

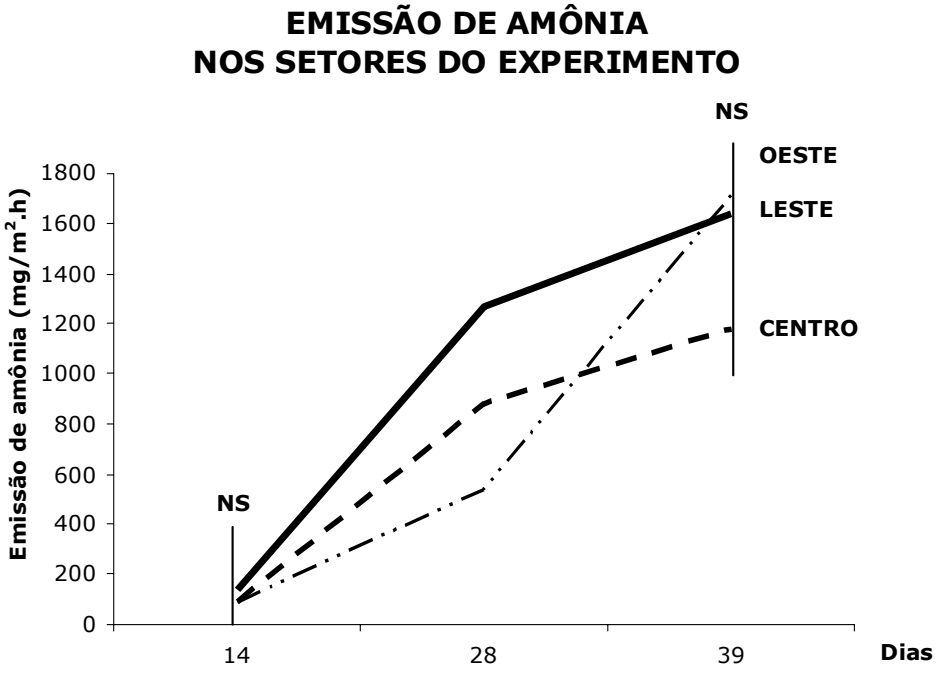


Figura 5.2 Gráfico da emissão de amônia pela cama nos três setores. (NS = Não significativo).

Interação tratamento x setor: a diferença estatística encontrada para os setores foi ocasionada pela diferença entre as médias dos setores do tratamento B, sendo a média do setor Leste (1.814,50 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) superior à do setor Centro (1.292,10 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) que por sua vez foi superior à do setor Oeste (514,30 $mg.m^{-2}.h^{-1}$). Este perfil de emissão do gás pela cama crescente no sentido Oeste-Leste, ilustrado pela Figura 5.3, acompanha o perfil encontrado no tratamento B para a umidade da cama contida na cápsula de ventilação, que apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre os setores Centro (30,89%) e Leste (29,46%) quando comparados ao setor Oeste (23,55%). E este perfil pode ser resultante de um arraste de umidade pelo sistema de ventilação e nebulização, acionados nos Lotes 1 e 3.

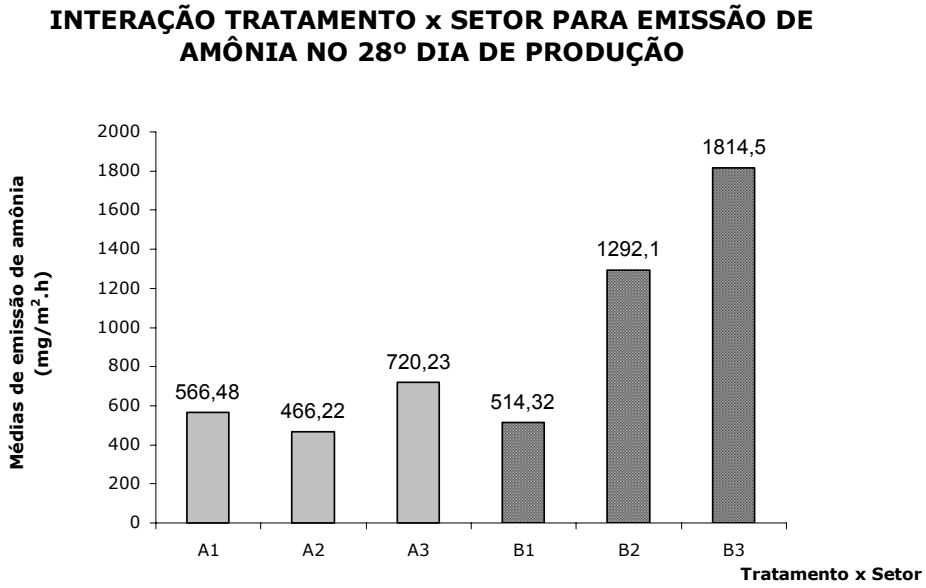


Figura 5.3 Gráfico da emissão de amônia pela cama nos setores dos tratamentos no 28º dia de produção, no qual somente o tratamento B apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; 1 = setor Oeste; 2 = setor Centro e 3 = setor Leste.

39º dia de produção

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de emissão de amônia pela cama entre tratamentos, setores ou na interação tratamento x setor.

Entre tratamentos: a variabilidade dos dados foi elevada para este dia de coleta. Das variáveis de condição de cama, somente as médias de temperatura superficial de cama contida na cápsula (tratamento A → 26,22 ºC e tratamento B → 28,56 °C) e de temperatura superficial de cama média (tratamento A → 25,78 °C e tratamento B → 28,56 °C) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), podendo estar associadas ao período de coleta, no qual a média de TBS do tratamento B foi de 28,69°C (tarde), numericamente superior à média de TBS do tratamento A, de 24,96°C (manhã). A temperatura superficial da cama apresenta tempo de resposta menor que as demais variáveis estudadas.

E ainda, com esta falta de evidência de um crescimento contínuo dos valores de emissão da amônia pela cama de frangos a partir da coleta do 28º dia, pressupõe-se que o emplastamento da cama pode ser outro fator interferente. Esta formação de placas na superfície da cama foi bastante acentuada no 39º dia de maneira semelhante nos dois galpões e a maior quantidade de esterco acumulado no tratamento B poderia ter sido distribuída verticalmente, aumentando-se o volume de cama, porém fornecendo a mesma superfície de volatilização. Como a metodologia de avaliação de emissão fixa uma velocidade do ar e a área de cama estudada, a volatilização seria a mesma para duas superfícies saturadas de amônia líquida. Este limite de volatilização provavelmente não teria sido alcançado até o 28º dia de produção o que pode estar relacionada às condições de cama diferenciadas entre os galpões.

Entre setores e Interação tratamento x setor: na análise do efeitos dos setores sobre os resultados de emissão de amônia, encontramos um perfil onde o setor Oeste apresentou média numericamente superior (1.709,80 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) à do setor Leste (1.642,30 $mg.m^{-2}.h^{-1}$) e à do

setor Centro (1.1175,70 mg.m^{-2}.h^{-1}). A Tabela 5.1 apresenta estes valores e a Figura 5.2 ilustra esta disposição. E nas interações tratamento x setor, apesar de não serem identificadas diferenças estatísticas, observou-se que a média do setor Oeste foi superior às médias dos demais setores no tratamento A. Já no tratamento B, o setor Oeste apresentou a segunda maior média em emissão atrás apenas do setor Leste, o que indica a sua atuação em contraposição ao perfil de arraste de calor e umidade pelo sistema de ventilação no sentido Oeste-Leste, que foi observado na análise das médias de TBS do tratamento B, onde no setor Leste (29,19°C) a média foi superior à do setor Oeste (28,55°C) que por sua vez, foi superior a do setor Centro (28,32°C).

Desta maneira, pressupõe-se que algum(ns) fator(es) associado(s) ao setor Oeste exerceu(ram) influência nos dois tratamentos em quase todos os lotes não foi(ram) objeto(s) de estudo neste caso e pode(m) estar relacionado(s) a este resultado. A insolação no período da tarde que atinge o setor Oeste associado ao calor metabólico das aves nesta idade, poderiam estar alterando as condições de cama e possibilitando uma maior emissão neste setor neste dia.

Na Análise de Regressão realizada ao final do estudo, a emissão de amônia pela cama pode ser modelada numericamente para cada dia de produção nos dois tratamentos, pelos valores de pH e temperatura da cama.

Valores de máxima

Os maiores valores de emissão do período estudado foram encontrados no 39º dia nos setores Oeste do Lote 1 do Tratamento A (3.366,49 mg.m^{-2}.h^{-1}) e do Lote 2 do Tratamento B (3.183,06 mg.m^{-2}.h^{-1}). Estes resultados são bem superiores aos encontrados no estudo com bovinos realizado por JEPPSSON (1999), no qual as médias de emissão da cama com palha

inteira variaram entre 100 a 1.484 $mg.m^{-2}.h^{-}1$ e para o esterco sem cama, entre 53 a 681 $mg.m^{-2}.h^{-1}$.

5.1.2 Concentração de amônia no ar (ppm)

5.1.2.1 Dentro das instalações

14º dia de produção

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de concentração de amônia no ar (ppm) somente entre os tratamentos.

Entre tratamentos: o tratamento B (1,6867 ppm) apresentou média de concentração de amônia no ar superior ao tratamento A (0,4911 ppm). Os dados podem ser observados na Tabela 5.2 e o gráfico de concentração de amônia ao longo de período estudado, na Figura 5.4.

Quando relacionamos a concentração de amônia no ar encontrada no 14º dia de produção às outras variáveis coletadas, observamos que somente a média do pH da cama do tratamento B (7,34) foi superior à média do tratamento A (6,33), o que indicaria uma maior emissão de amônia pela cama de frango do tratamento B, que apesar de não se confirmar estatisticamente, foi bastante evidente, como citado no item anterior.

Observou-se que a distribuição das aves, seguindo o mesmo princípio de alojamento (nº de aves/equipamento), não apresentou a mesma área de ocupação dentro dos círculos de proteção nos dois galpões em função das diferentes quantidades de aves alojadas, de maneira que tivemos uma maior área de cama ocupada no tratamento B, o que resultaria numa maior quantidade de esterco, numa maior emissão total no galpão e maior concentração do gás neste tratamento. Sendo assim, o valor calculado da emissão de amônia pelo uso da cápsula de

ventilação forneceu, na realidade, o potencial de emissão para uma mesma área de cama de frango, não servindo de indicativo para o total emitido por um galpão. Esta metodologia, foi desenvolvida originalmente para avaliação dos gases emitidos pela cama de bovinos e não considera estas questões de densidade, tal qual requer o manejo da avicultura.

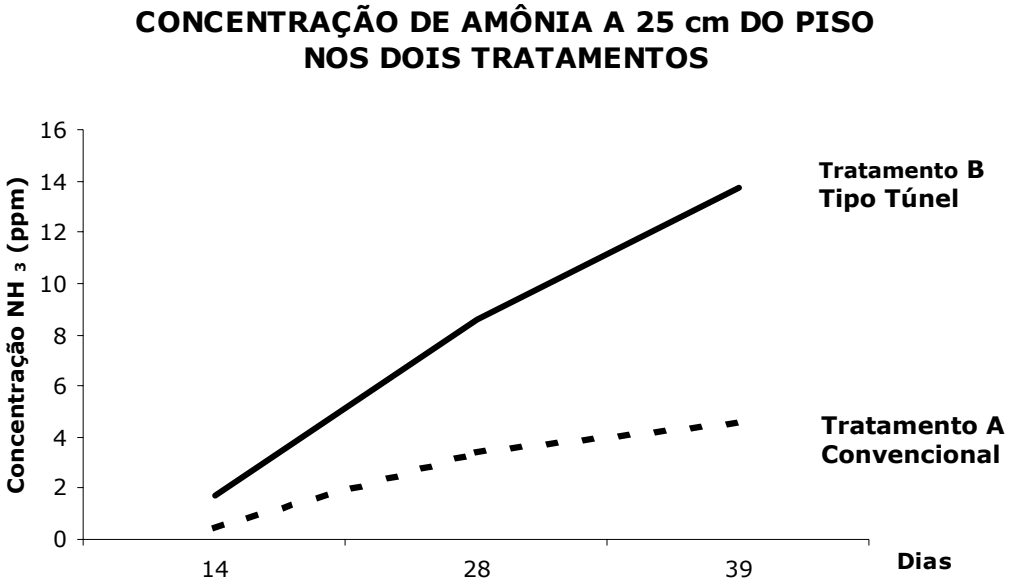


Figura 5.4 Gráfico de concentração de amônia do ar para os tratamentos.

Esta diferença encontrada para os tratamentos pode estar relacionada inclusive, com um outro fator independente da sua produção pela cama que seria a melhor vedação do galpão do tratamento B visando o bom funcionamento do túnel, o que resultaria na fase de inicial de aquecimento, quando as cortinas ficam permanentemente suspensas, menor troca de ar com o meio externo resultando numa maior concentração do gás acumulado dentro do galpão. Fato semelhante ocorre nas regiões de clima temperado, no qual, observa-se uma sazonalidade das concentrações de amônia em função das baixas taxas de ventilação nos meses de inverno para

a conservação do calor dentro das instalações (MAGHIRANG *et al.,* 1991 *apud* KRISTENSEN & WATHES, 2000).

Tabela 5.2 Médias da concentração de amônia (ppm) no ar nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Concentração de amônia no ar (ppm)			
Efeitos / Dias	**14º**	**28º**	**39º**
Tratamentos B	1,69 **a**	8,56 **a**	13,70 **a**
A	0,49 **b**	3,47 **b**	4,61 **b**
Erro padrão	*0,53*	*1,49*	*1,35*
Setores 3 Leste	1,45	9,56 **a**	11,49 **a**
2 Centro	1,04	4,44 **b**	9,69 **a b**
1 Oeste	0,77	4,04 **b**	6,28 **b**
Erro padrão	*0,65*	*1,83*	*1,65*
Interações B-L	2,26	13,28	17,05
B-C	1,72	6,46	15,08
B-O	1,08	5,92	8,97
Interações A-L	0,65	5,83	5,92
A-C	0,36	2,42	4,31
A-O	0,47	2,15	3,59
Erro padrão	*0,91*	*2,58*	*2,33*

Entre setores e Interação tratamento x setor: não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de concentração de amônia entre os setores (Figura 5.5) e nas interações tratamento x setor, pela elevada variabilidade dos dados e pela

semelhança das condições encontradas dentro dos galpões caracterizando a estagnação do ar nos dois tratamentos, com um pequeno fluxo de ar sendo gerado para a ventilação sanitária.

28º dia de produção

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de concentração de amônia no ar (ppm) entre os tratamentos e setores.

Entre tratamentos: o tratamento B apresentou média de concentração de amônia no ar de 8,56 ppm, superior à média do tratamento A de 3,47 ppm (Tabela 5.2).

Neste dia, quando as aves ocupavam totalmente a área dos dois galpões, a diferença encontrada entre os tratamentos pode estar relacionada à maior emissão do gás pela cama de frango. Associado a isso, o incremento de volatilização da amônia pela cama de frango do tratamento B dado pela maior velocidade do ar dentro do galpão e que não estaria sendo avaliado pelo método adotado de cálculo da emissão do gás, poderia estar influindo os resultados. Esta questão estará sendo melhor discutida no 39º dia de produção.

Entre setores: o setor Leste apresentou média superior (9,56 ppm) aos demais setores (setor Centro → 4,44 ppm e setor Oeste → 4,04 ppm), conforme pode ser observado na Figura 5.5.

Esta diferença encontrada entre os setores dos tratamentos na coleta do 28º dia de produção com perfil crescente dos valores do sentido Oeste-Leste pode ser resultante de um efeito de arraste dos gases no sentido Oeste-Leste (concordante com o fluxo de ar do sistema de ventilação tipo túnel) e pode estar relacionado à diferença encontrada nas médias de emissão de amônia pela cama que segue o mesmo perfil entre os setores.

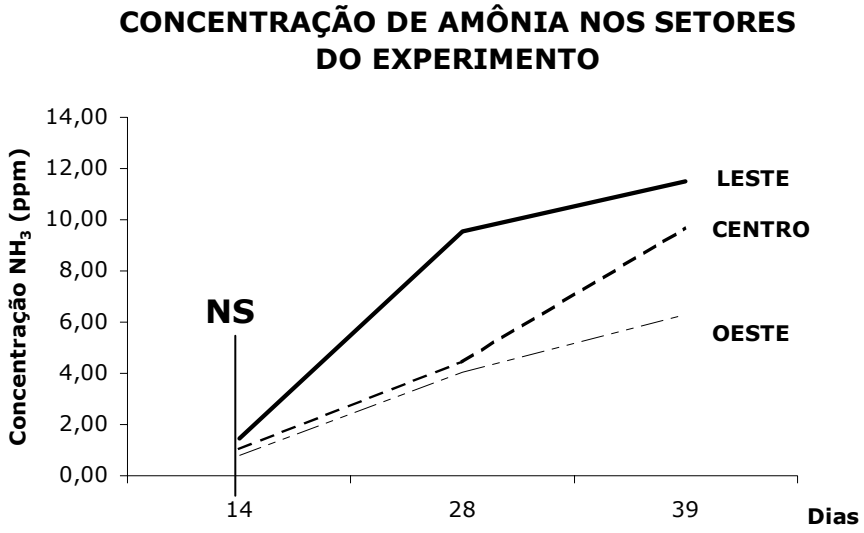


Figura 5.5 Gráfico de concentração de amônia para os setores Oeste, Centro e Leste. (NS = Não Significativo).

E cabe ressaltar ainda, algumas observações quanto a esta questão: houve predominância deste perfil crescente das médias no sentido Oeste-Leste dos setores, mesmo com o não acionamento do sistema tipo túnel no Lote 2 devido às baixas temperaturas atingidas no período de inverno que influenciaram na estagnação do ar nos momentos de coleta de dados (velocidade do ar a 25 e 150 cm do piso de 0,00 ppm, em todos os setores do tratamento B) e fundamentalmente, devido à semelhança no perfil de concentração do gás nos dois tratamentos. Embora no tratamento A, o fluxo imposto pelos ventiladores axiais tenha sido contrário a este perfil de concentração de amônia, a ventilação natural pode ter exercido influência sobre os resultados. E a possibilidade de arraste dos gases da cabeceira de exaustão leste do tratamento B para o setor Leste tratamento A, sob ação dos ventos SE predominantes foi a princípio não considerada pela coleta efetuada externamente aos galpões no final do Lote 3 (Item 5.1.2.2).

E finalmente, a metodologia de coleta seqüencial que priorizou a coleta de dados no período térmico crítico da tarde para o tratamento B, poderia estar de alguma forma mascarando o perfil real dentro dos galpões e nos fornecendo um *status* de coleta simultânea nos setores dos dois galpões, o que de fato não ocorreu.

Interações tratamento x setor: pela grande variabilidade dos dados encontrada, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias dos setores dentro dos tratamentos estudados, embora em ambos os casos, as médias de concentração de amônia apresentaram o perfil descrito, crescente no sentido Oeste-Leste.

39º dia de produção

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de concentração de amônia no ar (ppm) entre os tratamentos e setores.

***Entre tratamentos*:** no 39º dia de produção, o tratamento B apresentou média de 13,70 ppm, superior à média do tratamento A de 4,61 ppm. Neste dia, a diferença encontrada para a concentração de amônia no ar entre os tratamentos ($p < 0,05$) não pôde ser relacionada aos resultados de emissão de amônia obtidos pela metodologia adotada, mas à velocidade de ar a 150 cm do piso que foi superior no tratamento B devido ao funcionamento do sistema de ventilação tipo túnel. WATHES *et al.* (1998) colocam que a volatilização da amônia seria favorecida pela velocidade do ar por influenciar a fase de equilíbrio entre o NH_4 líquido e o NH_3 gasoso, o que explicaria os resultados encontrados, mesmo que não tenham sido observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) na velocidade do ar a 25 cm do piso, mais próximo à cama e portanto, influenciando esta reação diretamente. A velocidade de ar resultante da ventilação tipo túnel é contínua ao longo do galpão e superior àquela encontrada dentro do galpão convencional, como sendo pressuposto de projeto, porém este fato foi

evidenciado estatisticamente apenas a 150 cm do piso (tratamento B → 0,82 $m.s^{-1}$ e tratamento A → 0,42 $m.s^{-1}$); a 25 cm do piso, esta diferença foi somente numérica (tratamento B → 0,51 $m.s^{-1}$ e tratamento A → 0,23 $m.s^{-1}$), com p-valor de 11,13%.

A diferença entre a emissão efetiva no galpão e a o potencial de emissão calculado, já foi comentado anteriormente. O modelo de emissão preconizado por JEPPSSON (1999), prevê uma velocidade do ar constante e padronizada dentro da cápsula de ventilação para todas as coletas e nos fornece o potencial que uma determinada área de cama poderia estar emitindo nestas condições. O tratamento B não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) no potencial de emissão de amônia para uma mesma área de cama no 39º dia de produção quando comparado ao tratamento A, a partir deste modelo de cálculo. No entanto, nas condições reais, deve-se considerar que a ventilação imposta pelo sistema tipo túnel estaria favorecendo a volatilização da amônia através de toda a superfície de cama dentro do galpão do tratamento B, resultando em uma maior emissão efetiva e maiores concentrações do gás dentro do mesmo.

Entre os setores: na avaliação das diferenças encontradas para as médias de concentração de amônia no ar entre os setores no 39º dia de produção, observamos o mesmo perfil crescente dos valores no sentido Oeste-Leste que foi verificado na coleta do 28º dia de produção. O setor Leste apresentou média superior (11,49 ppm) ao setor Oeste, de 6,28 ppm ao nível de 5% de significância. O setor Centro (9,69 ppm) não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) com os demais setores (Figura 5.5).

Observou-se que a associação dos efeitos do setor Leste do tratamento A com o setor Leste do tratamento B, reproduziu estes resultados para o setor Leste desta análise, embora não apresentem diferenças significativas ($p < 0,05$) quando analisados isoladamente, visto não terem sido observados os efeitos das interações tratamento x setor. Um arraste dos gases pelo

acionamento do sistema de ventilação pode ser atribuído a estes resultados, pois não foram encontradas diferenças significativas setorialmente para emissão de amônia pela cama e para nenhuma variável de condição de cama estudada e um perfil semelhante foi observado para as médias de TBS dos setores do tratamento B para este mesmo dia de coleta.

Valores de máxima

As maiores concentrações de amônia de todo o período de coleta de dados, foram encontradas no Lote 1 (Março) nos setores Centro e Leste do tratamento B, com leituras de 23,69 e 21,54 ppm, respectivamente. A média encontrada para produção de frangos de corte em países de clima temperado foi de 24,2 ppm com picos de 40 ppm (WATHES *et al.,* 1997; GROOT KOERKAMP *et al,* 1998 *apud* KRISTENSEN & WATHES, 2000). Estes valores estão bem próximos ao limite máximo estipulado pelo CIGR – *Comission Internationale du Génie Rural* (1984), de 20 ppm para a qualidade do ar a ser fornecida aos animais e abaixo do limite recomendado pelo *Health and Safety Executive* do Reino Unido, de 25 ppm (WATHES *et al*, 1983 *apud* KRISTENSEN & WATHES, 2000).

5.1.2.2 Fora das instalações

Este estudo teve como objetivo a avaliação de um possível arraste do gás amônia pelos arredores dos galpões a partir da cabeceira de exaustão do tratamento B, influenciando os resultados encontrados dentro do galpão do tratamento A. Adotando a mesma metodologia de detecção de amônia utilizada para as coletas internas, obtivemos os resultados de concentração de amônia nas amostras de ar coletadas nas saídas dos exaustores (Figura 5.6) e nos arredores

do galpão do tratamento B até um ponto próximo do tratamento A, conforme ilustra a Figura 5.7.

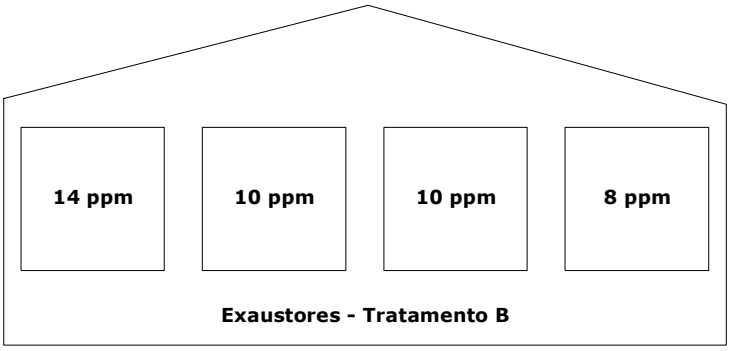


Figura 5.6 Vista frontal do galpão e resultados da concentração de amônia do ar em coleta única das saídas dos exaustores.

No dia de coleta, observamos que em apenas um momento, o vento soprou no sentido SE predominante, sendo que todas as coletas foram feitas com o vento soprando no sentido NO, com velocidade média de 1,0 $m.s^{-1}$. A velocidade média do ar, na saída do exaustor, foi em torno de 10 $m.s^{-1}$. O ponto C, intermediário entre os dois galpões, por apresentar concentração de 0 ppm nos dá um indicativo de que o arraste estudado não ocorria no momento da coleta. A partir dos resultados obtidos nos pontos A (4 ppm), B (2 ppm), C (0 ppm) e D (0 ppm), verificamos a existência de um padrão simétrico de difusão deste gás nas imediações, seguindo a mesma direção e sentido do fluxo de ar de exaustão e ascendentemente. O fato dos ventos soprarem naquele período no sentido NO, não fizeram com que o ponto D apresentasse maior concentração de amônia, o que pode indicar que a velocidade de aproximadamente 10 $m.s^{-1}$ na saída dos exaustores do galpão do tratamento B, lance o ar contendo amônia para uma distância razoável, não interferindo no tratamento A.

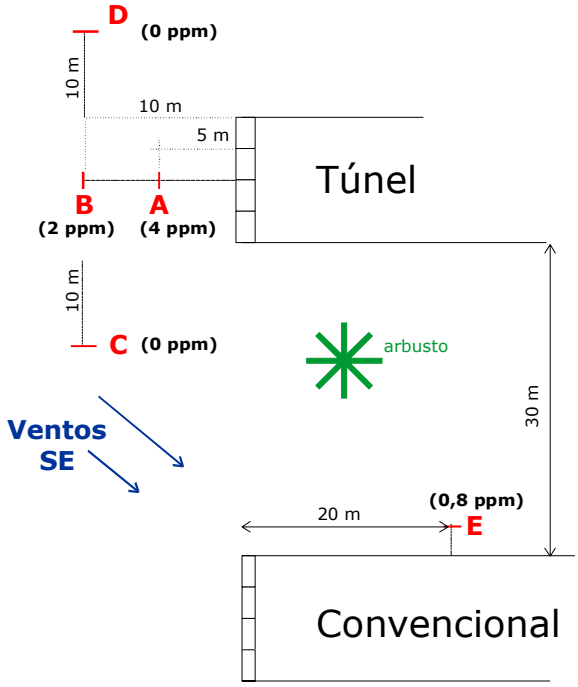


Figura 5.7 Vista em planta de dois galpões e resultados da coleta de amostra de ar para detecção de arraste de amônia do tratamento B para o tratamento A devido à ação dos ventos SE predominantes.

Quando a literatura se refere a ventos SE, estes são predominantes na região e seu fluxo requer um estudo em separado para analisar sua interferência entre os tratamentos, porém para esta coleta única realizada no final do Lote 3, observamos que não ocorreu o arraste de amônia do tratamento B para o A e a concentração média encontrada de 0,8 ppm, nas imediações do galpão do tratamento A, deve provir do próprio galpão, pois as cortinas estavam recolhidas permitindo a passagem dos ventos NO a favor deste ponto.

5.2 Análise das variáveis ambientais

As variáveis ambientais e de condição de cama foram coletadas juntamente às variáveis de níveis de amônia para cada ponto de coleta, o que enriquece o estudo na medida em que são feitas análises das relações entre estas variáveis, mesmo que tenham existido fatores diversos influentes em cada variável isoladamente.

5.2.1 Temperatura de Bulbo Seco (°C) e Umidade Relativa do Ar (%)

Os resultados de TBS – Temperatura de Bulbo Seco e UR – Umidade Relativa do ar foram analisados separadamente para os tratamentos (Tabelas 5.3 e 5.4) e para um mesmo período, entre os setores de um mesmo tratamento. A análise foi realizada desta maneira devido à metodologia de coleta de dados em períodos diferenciados nos dois tratamentos e para que pudessem ser extraídos os resultados do tratamento A sem o prejuízo que o tratamento B traria numa análise conjunta devido à ausência de médias equilibradas dos seus valores nos 14º e 39º dias de produção.

Para o tratamento A, não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de TBS e UR do ar dos setores para os dias de coleta, exceto para as médias de TBS no 28º dia de produção, no qual o setor Leste apresentou média superior aos demais setores. Estes resultados demonstram a homogeneidade das condições de TBS e UR do ar entre os setores ao longo do galpão deste tratamento para o mesmo período de coleta.

Para o tratamento B, observamos que no 28º dia de produção, as médias de TBS do ar não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$), porém o p-valor foi de 8,32%, bastante próximo ao valor da significância adotada, indicando uma tendência que foi observada no 39º dia de produção, quando o setor Leste apresentou média deste índice significativamente

superior ($p < 0,05$) quando comparado aos demais setores. Este perfil crescente dos valores no sentido Oeste-Leste pode ser resultante de um arraste de calor pelo fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação tipo túnel ou de um padrão existente entre os setores deste galpão, no período da tarde. Devido às ausências de médias equilibradas para os resultados no 14º dia de produção, assim como de Umidade Relativa do ar no 39º dia, houve restrição na abrangência do estudo sobre a TBS no dia de aquecimento e o perfil da umidade dentro do galpão.

Tabela 5.3 Médias de TBS – Temperatura de Bulbo Seco (°C) e UR – Umidade Relativa do ar (%) nos 14º, 28º e 39º dias de produção nos setores do tratamento A. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

Dia/setor	**Temperatura Bulbo Seco (°C)**			**Umidade Relativa do Ar (%)**		
Trat. A	**14º**	**28º**	**39º**	**14º**	**28º**	**39º**
Leste	27,08	25,14 **a**	25,26	63,13	63,40	70,67
Centro	26,74	24,68 **c**	24,56	61,61	62,33	65,98
Oeste	27,41	24,87 **b**	25,05	59,12	68,13	65,49
Médias	*27,08*	*24,90*	*24,96*	*61,29*	*64,62*	*67,38*

Tabela 5.4 Médias de TBS – Temperatura de Bulbo Seco (°C) e UR – Umidade Relativa do ar (%) nos 14º, 28º e 39º dias de produção nos setores do tratamento B. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). Sendo (---) ausência de médias equilibradas para os setores.

Dia/setor	**Temperatura Bulbo Seco (°C)**			**Umidade Relativa do Ar (%)**		
Trat. B	**14º**	**28º**	**39º**	**14º**	**28º**	**39º**
Leste	27,59	28,86	29,19 **a**	57,21	55,81	61,64
Centro	27,59	27,97	28,55 **b**	55,64	54,99	---
Oeste	---	27,34	28,32 **c**	---	56,44	62,75
Médias	*27,59*	*28,06*	*28,69*	*56,43*	*55,75*	*61,20*

A partir da análise numérica dos resultados entre tratamentos nos três dias de coleta, observou-se que o tratamento A apresentou médias de Umidade Relativa do superiores às médias do tratamento B, enquanto este último, apresentou médias de TBS superiores ao outro tratamento. Estes valores podem representar as condições nos dois galpões para os períodos diferenciados estabelecidos pela metodologia de coleta.

Os valores de TBS e TBU coletados no período de uma hora antes do momento da coleta dos dados foram utilizados para a Análises de Regressão para estudo da relação destas variáveis ambientais com as demais variáveis analisadas.

5.2.2 Velocidades do ar ($m.s^{-1}$)

A velocidade do ar em um ponto dentro dos galpões pode variar em função do sistema de ventilação existente, da altura de coleta e da proximidade ou não aos equipamentos de ventilação ou exaustão, de maneira que recorreu-se à aleatorização na escolha dos pontos de coleta de modo a retratar o que ocorre em média, dentro de cada setor de cada tratamento.

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias de velocidade do ar nos 14º e 28º dias de produção, entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor. Para o 14º dia, o manejo de aquecimento previa um reduzido fluxo de ar nos dois tratamentos que justificam estes resultados e no 28º dia de produção os resultados apresentaram uma grande variabilidade, provavelmente decorrentes dos fatores descritos anteriormente, como ilustra a Tabela 5.5.

Com o aumento do número de dados para a análise dos resultados entre tratamentos, foram encontradas as diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias da velocidade do ar, porém somente a 150 cm do piso no 39º dia de produção, sendo a média no tratamento B (0,82

$m.s^{-1}$) superior ao tratamento A (0,42 $m.s^{-1}$). Este resultado confirmou o que foi determinado no dimensionamento e na implantação do sistema de ventilação tipo túnel.

Tabela 5.5 Médias da velocidade do ar ($m.s^{-1}$) a 25 e 150 cm do piso nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Velocidade do ar ($m.s^{-1}$)						
Dias	**14º**		**28º**		**39º**	
Efeito	**25 cm**	**150 cm**	**25 cm**	**150 cm**	**25 cm**	**150 cm**
Tratamentos B	0,06	0,08	0,37	0,58	0,51	0,82 **a**
A	0,02	0,08	0,16	0,34	0,23	0,42 **b**
Erro padrão	*0,03*	*0,01*	*0,14*	*0,23*	*0,16*	*0,14*
Setores 3 Leste	0,03	0,08	0,17	0,42	0,28	0,77
2 Centro	0,03	0,08	0,28	0,47	0,28	0,55
1 Oeste	0,05	0,07	0,33	0,50	0,55	0,55
Erro padrão	*0,03*	*0,02*	*0,17*	*0,28*	*0,20*	*0,17*
Interações B -L	0,07	0,07	0,33	0,53	0,50	0,83
B-C	0,07	0,10	0,47	0,70	0,43	0,90
B-O	0,03	0,07	0,30	0,50	0,60	0,73
Interações A-L	0,00	0,10	0,00	0,30	0,07	0,70
A-C	0,00	0,07	0,10	0,23	0,13	0,20
A-O	0,07	0,07	0,37	0,50	0,50	0,37
Erro padrão	*0,05*	*0,02*	*0,23*	*0,39*	*0,20*	*0,24*

5.3 Análise das variáveis de condição de cama

5.3.1 Temperatura superficial da cama (°C)

Da mesma forma que a velocidade do ar, a temperatura superficial da cama sofreu influências diversas em decorrência do local de coleta dos dados. Observou-se em campo que

esta variável apresentava um tempo de resposta curo em função da troca de calor com os coxins plantares das aves, da presença de equipamentos de ventilação nas proximidades, de gotículas de água com o acionamento do sistema de nebulização ou ainda, em função da TBS do ar no momento da coleta.

Tabela 5.6 Médias de temperatura superficial da cama (°C) contida na cápsula e temperatura superficial da cama média (interna e externa à cápsula) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Temperatura da cama (°C)						
Dias	**14º**		**28º**		**39º**	
Efeitos	**Cápsula**	**média**	**cápsula**	**média**	**cápsula**	**média**
Tratamentos B	28,44	28,33	27,78 **a**	27,44	28,56 **a**	28,56 **a**
A	27,67	27,33	25,33 **b**	25,56	26,22 **b**	25,78 **b**
Erro padrão	*0,40*	*0,52*	*0,62*	*0,87*	*0,82*	*0,70*
setores 3 Leste	27,50	27,33	27,00	26,83	26,83	27,00
2 Centro	27,83	27,67	26,50	26,67	28,00	27,17
1 Oeste	28,83	28,50	26,17	26,00	27,33	27,33
Erro padrão	*0,49*	*0,63*	*0,76*	*1,07*	*1,00*	*0,86*
Interações B-L	28,00	28,00	28,00	27,67	28,33	28,67
B-C	28,00	28,00	27,67	28,00	29,00	28,33
B-O	29,33	29,00	27,67	26,67	28,33	28,67
Interações A-L	27,00	26,67	26,00	26,00	25,33	25,33
A-C	27,67	27,33	25,33	25,33	27,00	26,00
A-O	28,33	28,00	24,67	25,33	26,33	26,00
Erro padrão	*0,69*	*0,89*	*1,07*	*1,51*	*1,41*	*1,22*

A grande variabilidade dos valores encontrados não permitiram observar diferenças entre as médias entre setores ou na interação tratamento x setor, no entanto, com o aumento do número de dados, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os tratamentos, sendo superiores no tratamento B, para a temperatura da cama contida na cápsula e para a temperatura da cama média a partir do 28º dia de produção. Os resultados da temperatura da cama média na coleta do 28º dia apresentaram o p-valor de 5,59%, bastante próximo ao nível de significância adotado. Na Tabela 5.6 são apresentados os resultados para estas variáveis.

Estes resultados podem ser atribuídos aos períodos distintos de coleta nos tratamentos, tal qual as diferenças numéricas encontradas para as médias de TBS entre os tratamentos.

5.3.2 pH da cama

O pH da cama é uma variável que está mais relacionada à atividade microbiana existente neste meio em função da quantidade de matéria-prima existente (esterco) e de condições físico-químicas que favoreçam estas reações, do que às condições ambientais existentes no galpão.

Desta forma, as diferenças significativas ($p < 0,05$) encontradas entre as médias de pH da cama na coleta do 14º dia de produção, sugerem que estas diferenças sejam decorrentes do efeito do tratamento sobre esta variável (Tabela 5.7). Assim, a maior densidade de aves com maior deposição de esterco na cama, propiciou uma maior atividade microbiana no tratamento B, mesmo sob condições semelhantes de manejo de aquecimento que o outro tratamento. Esta diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias dos tratamentos foi observada inclusive na coleta do 28º dia de produção, mas no 39º dia de produção, a ausência de médias equilibradas para o tratamento A, restringiram a abrangência deste estudo nos dois tratamentos, de forma que a diferença encontrada, foi apenas numérica.

Tabela 5.7 Médias do pH da cama contida na cápsula de ventilação nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste). Sendo (*), ausência de médias equilibradas para os setores do tratamento A.

pH da cama			
Efeitos / Dias	**14º**	**28º**	**39º**
Tratamentos B	7,34 **a**	8,15 **a**	8,28
A	6,33 **b**	7,31 **b**	8,08
Erro padrão	*0,33*	*0,20*	---
Setores3 Leste	7,08	7,89	8,33
2 Centro	6,93	7,86	8,19
1 Oeste	6,52	7,44	8,04
Erro padrão	*0,40*	*0,24*	---
Interações B -L	7,58	8,35	8,63
B-C	7,42	8,41	8,42
B-O	7,03	7,68	7,79
Interações A-L	6,57	7,43	8,02 (*)
A-C	6,43	7,30	7,95 (*)
A-O	6,00	7,19	8,28 (*)
Erro padrão	*0,55*	*0,34*	---

A grande variabilidade dos valores encontrados para os setores e as interações tratamento x setor, não permitiram a rejeição da hipótese de igualdade entre as médias destas análises.

5.3.3 Umidade da cama (%)

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias da umidade da cama contida na cápsula e para a umidade média da cama entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor, somente no 28º dia produção (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 Médias de umidade da cama contida na cápsula e de umidade média de cama (dois pontos: cápsula e outro aleatório), percentuais (%), nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Umidade da cama (%)						
Dias	**14º**		**28º**		**39º**	
Efeitos	**cápsula**	**média**	**cápsula**	**média**	**cápsula**	**média**
Tratamentos B	28,81	28,82	27,97 **a**	30,34 **a**	31,69	31,81
A	27,63	27,32	24,66 **b**	26,20 **b**	28,78	28,72
Erro padrão	*1,82*	*2,07*	*0,85*	*0,86*	*3,41*	*2,14*
Setores 3 Leste	29,51	30,02	28,55 **a**	29,53	29,40	30,21
2 Centro	27,70	27,96	26,59 **b**	28,25	31,72	30,33
1 Oeste	27,45	26,24	23,81 **c**	27,03	28,68	30,26
Erro padrão	*2,23*	*2,53*	*1,04*	*1,05*	*4,18*	*2,62*
Interações B-L	28,92	30,12	29,46 **a**	32,30 **a**	31,09	31,27
B-C	29,34	29,62	30,89 **a**	31,68 **a**	35,35	32,83
B-O	28,15	26,71	23,55 **b**	27,03 **b**	28,64	31,33
Interações A-L	30,10	29,91	27,63 **a**	26,77	27,71	29,15
A-C	26,05	26,30	22,28 **b**	24,82	28,10	27,83
A-O	26,74	25,76	24,06 **c**	27,03	28,73	29,18
Erro padrão	*3,15*	*3,59*	*1,47*	*1,48*	*5,91*	*3,71*

Entre tratamentos, o tratamento B apresentou média de umidade da cama contida na cápsula superior à média do tratamento A; e entre setores e na interação tratamento x setor, o setor Leste apresentou médias superiores ao setor Oeste. A variabilidade dos dados foi menor neste dia, quando comparado aos demais dias de coleta.

Não foram encontradas diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos, setores e na interação tratamento x setor das coletas dos 14º e 39º dias de produção. Podem ter influenciado os resultados, os locais de coleta com cama excessivamente úmida decorrente de vazamentos nos bebedouros *nipples* e o emplastamento da cama, mais evidente no 39º dia de produção para os dois tratamentos.

5.4 Análise das variáveis produtivas

5.4.1 Mortalidade (%)

Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias das mortalidades acumuladas até o 39º dia entre os tratamentos (Tabela 5.9).

A mortalidade acumulada do tratamento A foi superior à mortalidade encontrada no tratamento B. Foi realizada Análise de Regressão para verificar a existência de alguma relação com outras variáveis estudadas e encontrou-se que a mortalidade não está relacionada à emissão de amônia pela cama de frango, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais, às de condição de cama, peso vivo das e às aerossaculites parcial ou total.

Esta diferença entre os tratamentos pode estar relacionada com as condições de manejo da fase inicial. Observou-se uma maior mortalidade no tratamento A nas primeiras 2 semanas de vida, possivelmente associada a uma menor eficiência calórica do galpão, resultado de uma menor vedação que permitiu maiores trocas de calor com o meio externo e de uma menor

quantidade de calor produzida internamente, dada a menor densidade de aves e de campânulas. Observamos inclusive que, alcançada uma maior mortalidade nesta fase inicial, esta, dificilmente seria recuperada até o fim do lote, pois a partir da terceira semana, ocorreu uma maior uniformidade nas mortes diárias entre os dois tratamentos.

Tabela 5.9 Médias de Mortalidade acumulada (%) até o 39º dia de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Efeitos / Dias	**Mortalidade (%)**
Tratamentos B	3,2533 **b**
A	3,6989 **a**
Erro padrão	*0,1990*

setores 3 Leste	3,4617
2 Centro	3,3867
1 Oeste	3,5800
Erro padrão	*0,2437*

Interações B-L	3,1133
B-C	3,1300
B-O	3,5167
Interações A-L	3,8100
A-C	3,6433
A-O	3,6433
Erro padrão	*0,34464*

Numa revisão de literatura feita por KRISTENSEN & WATHES (2000), não se relaciona a emissão de amônia ou a sua concentração no ar com índices de mortalidade, pois os muitos estudos relatados têm mostrado os efeitos não significativos da amônia sobre a

susceptibilidade a outras doenças das aves. Mesmo a aerossaculite, a evolução do quadro é mais lenta que o tempo de vida do animal, como foi descrito por ANDERSON *apud* KLEVEN & GLISSON (1997) no seu experimento no qual frangos e perus continuamente expostos à concentração de 20 ppm apresentaram lesões histológicas após 6 semanas de exposição. Estes efeitos sobre os sacos aéreos e pulmão podem ser melhor avaliados na condenação destas aves, quando podemos constatar visualmente, o comprometimento destas estruturas.

5.4.2 Peso das aves (kg)

14º e 28º dias de produção

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias de peso vivo das aves nos 14º e 28º dias de produção entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor, como pode ser observado na Tabela 5.10. Estatisticamente, o ganho de peso das aves para estes dias foi o mesmo.

39º dia de produção

Entre tratamentos: não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias de peso vivo das aves no 39º dia de produção entre os tratamentos.

Entre setores: foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as médias dos pesos vivos entre os setores. A média do peso vivo das aves do setor Oeste foi superior (1,9400 kg) aos demais setores – setor Centro (1,8950 kg) e setor Leste (1,8767 kg). Estes resultados referem-se aos efeitos associados dos setores oeste dos dois tratamentos e quando observamos os efeitos dos setores dentro de cada tratamento, mesmo que não tenham apresentado diferenças significativas, observamos as mesmas tendências observadas para os setores, ou seja, as médias do peso vivo da ave do setor Oeste nos dois tratamentos foram

maiores que as médias dos demais setores. Este padrão só pôde ser observado no 39º dia de produção, pois nos demais dias, as médias setorialmente em cada tratamento, foram bastante diversificadas.

Tabela 5.10Médias dos pesos vivos das aves (kg) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Efeitos / Dias	**14º**	**28º**	**39º**
Tratamentos B	0,3833	1,1322	1,9011
A	0,3822	1,1322	1,9067
Erro padrão	*0,0076*	*0,0160*	*0,0149*
setores 3 Leste	0,3850	1,1283	1,8767 **b**
2 Centro	0,3783	1,1383	1,8950 **b**
1 Oeste	0,3850	1,1300	1,9400 **a**
Erro padrão	*0,0093*	*0,0196*	*0,0183*
Interações B-L	0,3900	1,1400	1,8633
B-C	0,3700	1,1300	1,8800
B-O	0,3900	1,1267	1,9600
Interações A-L	0,3800	1,1167	1,8900
A-C	0,3867	1,1467	1,9100
A-O	0,3800	1,1333	1,9200
Erro padrão	*0,0131*	*0,0277*	*0,0259*

Um aspecto interessante observado foi que esta tendência ocorreu em oposição à tendência encontrada para a concentração de amônia neste dia, de forma que encontramos maior média do peso vivo das aves (kg) no setor Oeste onde encontramos as menores concentrações de amônia no ar (ppm). A Figura 5.8 ilustra estes resultados. Deve ser colocado,

no entanto, que numa primeira instância estas variáveis são de grandezas diferenciadas, ou seja, o peso vivo no 39º dia representa um valor acumulado de todos os efeitos das diversas variáveis que interagiram com a ave até esta data, enquanto a concentração de amônia representa o nível do gás para aquele ciclo diário. Desta forma, a Análise de Regressão para verificar a existência de alguma relação do peso vivo das aves com a concentração de amônia no ar, apenas comprovou que não existe tal relação da forma como foi analisada.

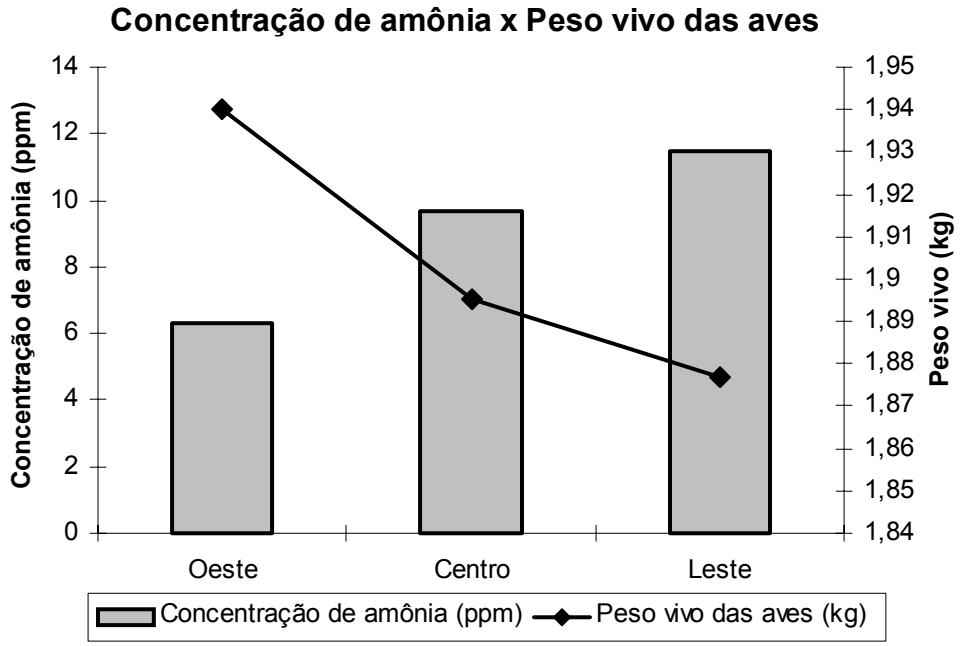


Figura 5.8 Gráfico das médias para o 39º dia de produção, da concentração de amônia (ppm) *versus* peso vivo das aves (kg) entre os setores Oeste, Centro e Leste.

No entanto, este aspecto pode ser observado por outro ângulo: nos dois tratamentos estudados, observou-se que os valores de concentração de amônia no ar apresentaram perfil crescente no sentido Oeste-Leste a partir do 28º dia de produção, no entanto, somente no 39º dia de produção, observou-se uma diferença entre os pesos vivos em sentido contrário, nos setores. Antes disso, no 28º dia, a ave teria uma tempo de inércia para apresentar resposta no seu peso, diferentemente das respostas de concentração de amônia frente às novas condições

de ventilação. O estudo teve suas coletas de dados pontuadas, com intervalo de 11 dias entre o 28º e 39º dia de produção, de forma que um estudo com maior parcionamento deste período de coleta pode estar sendo sugerido para o conhecimento da interação mais provável que estaria ocorrendo nestes galpões.

A diferença imposta pelo método de pesagem das aves no qual o 1º lote foi diferenciado dos demais, não foi detectada nos 14º e 28º dias de produção pela análise dos blocos. Apenas no 39º dia de produção, observou-se esta diferença significativa ($p < 0,05$) sendo a média do 1º Lote (1,9783 kg) superior à média do 2º Lote (1,895 kg) que por sua vez foi superior à média do 3º Lote (1,8767 kg). Estes resultados não representam um indicativo claro de que o método empregado tenha influenciado os dados, mesclando-se inclusive, com os efeitos do emprego do cálculo dos pesos por interpolação que para o 39º dia podem não ter a mesma relação entre as valores inferior e superior como para os demais dias.

Interação tratamento x setor: não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) no peso vivo das aves no 39º dia de produção na interação tratamento x setor, porém o mesmo perfil de valores decrescentes no sentido Oeste-Leste encontrados para os setores, foi encontrado nos setores dos dois tratamentos.

5.4.3 Conversão alimentar

A Tabela 5.11 apresenta os resultados desta variável, em cuja análise observou-se que não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de conversão alimentar entre os tratamentos (tratamento A → 1,9847 e tratamento B → 1,9573), mas foram encontradas diferenças significativas entre os lotes. No Lote 2, com a maior média (2,0955) observamos a associação de dois fatores: ocorreram problemas mecânicos com o comedouro automático do tratamento B, com perda de ração na cama e conseqüente eliminação do galpão

pelo sistema de exaustão do túnel, o que nos levou a recolher a ração, repesar e estimar o volume consumido; e o tempo de permanência do Lote 2, em função da baixa demanda de mercado, que resultou em média bastante superior aos demais, de 1,9565 (Lote 1) e 1,861 (Lote 3), pela própria genética das aves que prevê uma melhor conversão aos 42 dias de idade. Além destes fatores, não podemos deixar de comentar, as três razões básicas encontradas entre os lotes: diferença nas linhagens alojadas em cada lote, no arraçoamento fornecido e nas temperaturas de produção em função da estação do ano.

5.4.4 Ganho de Peso Diário (g)

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias de ganho de peso diário (g) entre os tratamentos, sendo as médias: tratamento A → 51,35g e tratamento B → 49,58g. Estes resultados mostram que nos dois sistemas o ganho de peso diário é estatisticamente o mesmo. Os resultados desta variável são apresentados na Tabela 5.11.

5.4.5 Índice de Eficiência Produtiva

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) nas médias de índice de eficiência produtiva entre os tratamentos, cujas médias foram: tratamento A → 245,87 e tratamento B → 241,57. Os resultados desta variável são apresentados na Tabela 5.11.

Os resultados encontrados na literatura para estas variáveis produtivas são bastante divergentes. EMEASH *et al.* (1998) encontrou uma redução no consumo de ração, no ganho de peso e na eficiência da conversão alimentar em frangos de corte com duas semanas expostos a uma combinação de poluentes aéreos (amônia, poeira e gás carbônico). CHARLES & PAYNE (1966 a,b, *apud* KRISTENSEN & WATHES, 2000) colocam que o consumo de

ração dos frangos de corte diminui com a exposição de amônia e não retorna ao normal até aproximadamente 12 dias após o cessação à exposição. Mas todos os estudos citados na revisão literária apresentada por KRISTENSEN & WATHES (2000) sugerem que não somente a amônia, mas a combinação de efeitos provenientes da interação dos diversos poluentes presentes nas instalações de produção de aves, amplie a magnitude das respostas produtivas negativas.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos para o peso vivo das aves, a conversão alimentar, o ganho de peso diário e a índice de eficiência produtiva, visto que as concentrações de amônia médias e máximas foram próximas dos limites de salubridade recomendados (20 - 25 ppm). Desta forma, a presença de baixas concentrações do gás não afetaram o desempenho produtivo dos lotes estudados.

Tabela 5.11 Médias da conversão alimentar, ganho de peso diário e índice de eficiência produtiva ao final dos lotes de produção dos tratamentos A e B. Comparação entre as médias relizada pelo Método de Fisher LSD ($p < 0,05$).

Efeitos / Dias	Conversão Alimentar	Ganho de Peso Diário (g)	Índice de Eficiência Produtiva
Tratamentos B	1,9573	49,58	241,57
A	1,9847	51,35	245,87
Erro padrão	*0,02455*	*1,17*	*3,4117*

5.5 Análise da formulação das rações

Foram realizadas avaliações comparativas das amostras coletadas nos silos dos galpões com as formulações prescritas na sua fabricação e para tanto, foram adotadas as mesmas faixas de variação estipuladas pela empresa responsável pela elaboração das formulações. Para os

níveis de Proteína Bruta esta faixa compreendia ± 5% e para Matéria Mineral, Cálcio e Fósforo, ± 10%. Dentro destes limites, todas amostras avaliadas estavam de acordo com as suas respectivas prescrições.

Nas avaliações comparativas entre os níveis de proteína das rações fornecidas aos dois tratamentos para todos os lotes de produção, foram adotados os mesmos limites estabelecidos anteriormente. Assim, os níveis protéicos para as 3 formulações foram bastante próximas a 20% e não apresentaram diferenças entre as amostras retiradas nos dois tratamentos para o mesmo dia de alojamento.

Estes resultados devem estar relacionados ao fato de que as rações fornecidas às aves eram preparadas no dia anterior ao seu consumo, com formulação específica para estes galpões que alojam aves de mesma idade, e distribuídas na mesma batelada em sacas ou despejadas nos dois silos dos tratamentos pelo mesmo caminhão. Com este manejo, as variações de produção dadas pela qualidade de matéria-prima empregada, pesagem dos ingredientes, mistura da ração foram limitadas e consequentemente, para este estudo, padronizou-se os níveis de nitrogênio fornecidos às aves nos dois tratamentos de modo que não viessem a influir nos resultados da análise dos níveis de amônia.

5.6 Análise dos dados de condenação de carcaça

5.6.1 Condenação Total

Nesta situação, a carcaça inteira é condenada e descartada. Para este valor, são atribuídas diversas causas relacionadas no Item 4.8 de Material e Métodos.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de condenação total de carcaças entre os tratamentos, setores ou na interação tratamento x setor. As médias percentuais da condenação total entre os tratamentos foram de 0,67% para os dois tratamentos. A Tabela 5.12 apresenta os resultados obtidos para os dados de condenações avaliados.

Tabela 5.12Médias das condenações total e parcial produção entre tratamentos, setores e nas interações tratamento x setor. Pela comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, estas não diferiram entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Condenações de carcaças (%)		
Efeitos	**Condenação Total**	**Condenação Parcial**
Tratamentos B	0,67	11,60
A	0,67	10,95
Erro padrão	*0,17*	*1,35*
setores 3 Leste	0,65	10,55
2 Centro	0,75	11,83
1 Oeste	0,61	11,45
Erro padrão	*0,20*	*1,66*
Interações B-L	0,76	11,21
B-C	0,54	12,81
B-O	0,70	10,79
Interações A-L	0,53	9,89
A-C	0,96	10,85
A-O	0,51	12,12
Erro padrão	*0,29*	*2,35*

Foi realizada Análise de Regressão para verificar a existência de variáveis relacionadas à condenação total das carcaças. A condenação total não esteve relacionada à emissão de

amônia pela cama, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais e de condição de cama, ao peso vivo e à aerossaculite total. Nas amostras dos lotes estudados, observou-se que as causas mais comuns na condenação total foram ascite e caquexia, não avaliadas neste estudo.

5.6.2 Condenação Parcial

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de condenações parciais de carcaças entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor (Tabela 5.12). As médias percentuais foram de 10,95% para o tratamento A e de 11,60% para o tratamento B.

Foi realizada Análise de Regressão para verificar a existência de fatores relacionados com esta variável. A condenação total não esteve relacionada à emissão de amônia pela cama, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais e de condição de cama, ao peso vivo e à aerossaculite total. Porém, a condenação parcial esteve relacionada com as aerossaculites parcial e às lesões ($p < 0,05$), segundo o modelo:

$$Condenação\ Parcial = \exp^{(1,695 + 0,0664 aerossaculite\ parcial + 0,0747\ lesões)} \quad \text{(Eq.10)}$$

No entanto, dentro das inúmeras tentativas realizadas, não obtivemos um gráfico de dispersão de resíduos sem a formação de tendência. Portanto, concluímos que existe(m) outro(s) fatores que estariam relacionados aos resultados de condenação parcial e que estiveram fora do escopo deste estudo, tais como artrite, contaminação, dermatose e Síndrome Ascítica, outras causas de condenação parcial de carcaças averiguadas pelo SIF – Serviço de Inspeção Federal.

Os dados obtidos para condenação total e parcial foram reunidos na Figura 5.9 para conhecermos a contribuição de cada setor dentro dos tratamentos na avaliação das perdas no abatedouro.

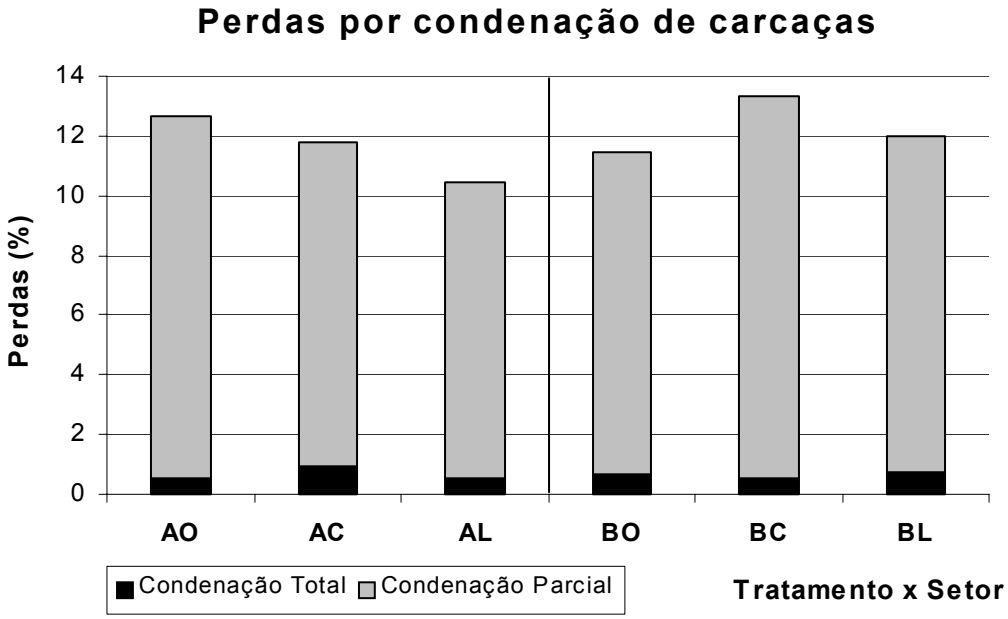


Figura 5.9 Gráfico das perdas setoriais por condenações (total e parcial) nos tratamentos. Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os setores. Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; O = setor Oeste; C = setor Centro e L = setor Leste.

5.6.3 Lesões

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias de condenações por lesões entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor. As médias percentuais para os tratamentos foram: tratamento A → 8,32% e tratamento B → 9,03%. Os resultados são apresentados na Tabela 5.13.

Foi realizada Análise de Regressão para verificar a existência de fatores relacionados com esta variável. As lesões não estiveram relacionadas à emissão de amônia pela cama, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais e de condição de cama, ao peso vivo e às aerossaculites parcial e total.

As lesões, como já foi comentado anteriormente, estão fortemente relacionadas à condenação parcial e no nosso experimento, foi a 1ª maior causa dentro deste item de condenação, pois foram reunidos os valores obtidos para lesão traumática para asa, coxa, peito e mecânica. Este resultado, nos faz compreender que mesmo com a alta densidade de produção do tratamento B, o menor espaço inter-aves não foi a causa de ocorrência de maiores lesões. Podemos atribuir esta igualdade entre médias a fatores comuns aos dois tratamentos, como manejo de produção e principalmente, como resposta do manejo de transporte e descarregamento, visto que o nº de aves/gaiola/caminhão foi o mesmo entre os tratamentos e a análise macroscópica das lesões, nos informam serem, na sua maioria, hematomas recentes.

5.6.4 Aerossaculite Total

Nesta situação, a carcaça inteira encontra-se comprometida com um quadro bastante avançado de aerossaculite que pode ser evidenciado em todo aparelho respiratório e muitas vezes, atingindo outros órgãos da cavidade.

Analisando-se os dados, foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de aerossaculite total entre os tratamentos, conforme ilustra a Tabela 5.13. As médias percentuais foram: tratamento A → 0,0044% e tratamento B → 0,0889%.

Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de condenação total por aerossaculite entre os setores, mas o p-valor para o efeito do setor foi de 8,02% bastante próximo ao valor adotado para a significância (0,05). O perfil decrescente no

sentido Oeste-Leste é oposto ao perfil encontrado para as médias de concentração de amônia no ar nos dois tratamentos e concorda com o perfil das médias de peso vivo na coleta do 39º dia de produção. Desta forma, no setor Oeste onde encontrou-se menores médias de concentração de amônia no ar, foram obtidas maiores médias de peso vivo das aves e de condenação total por aerossaculite.

Tabela 5.13Médias das condenações de carcaças por lesões, aerossaculite total e parcial entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).

Efeitos	**Lesões (%)**	**Aerossaculite Total (%)**	**Aerosssaculite Parcial (%)**
Tratamentos B	9,03	0,0889 **a**	1,0222
A	8,32	0,0044 **b**	0,5256
Erro padrão	*1,41*	*0,0306*	*0,2626*
setores 3 Leste	8,07	0,0067	0,3750
2 Centro	9,09	0,0333	0,8950
1 Oeste	8,88	0,1000	1,0517
Erro padrão	*1,72*	*0,0375*	*0,3216*
Interações B-L	9,05	0,0133	0,3200
B-C	10,11	0,0533	1,2633
B-O	7,94	0,2000	1,4833
Interações A-L	7,09	0,0000	0,4300
A-C	8,06	0,0133	0,5267
A-O	9,82	0,0000	0,6200
Erro padrão	*2,44*	*0,0531*	*0,4548*

Na Análise de Regressão para verificar a existência desta relação, a aerossaculite total não esteve relacionada à emissão de amônia pela cama, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais e de condição de cama e ao peso vivo da ave.

Na avaliação das interações tratamento x setor, não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as médias, mas o p-valor para este efeito foi de 6,58%, um valor ainda mais próximo ao valor adotado para a significância (0,05). E neste caso, os setores do tratamento B apresentaram um perfil de condenações semelhante ao perfil encontrado para esta mesma variável entre os setores.

A média encontrada para a condenação total por aerossaculite no tratamento B neste estudo de 0,0889%, foi superior à média divulgada pelos boletins oficiais expedidos pelo SIF para o Estado de São Paulo no ano de 1998, de 0,01%. A média do tratamento A (0,0044%), foi inferior aos dados oficiais citados.

5.6.5 Aerossaculite Parcial

Nesta situação, a região da carcaça comprometida é condenada e descartada, assim como todas as vísceras, sendo aproveitados os músculos do peito e membros inferiores.

Na análise dos dados, não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) para as médias de condenações por aerossaculite parcial entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor.

As médias percentuais da aerossaculite parcial entre os tratamentos foram: tratamento A → 0,52556% e tratamento B → 1,0222%.Observou-se que o p-valor foi de 8,78% nesta análise, bastante próximo ao valor adotado para significância (0,05), à semelhança do que foi encontrado para a condenação por aerossaculite total.

As médias dos tratamentos A e B para a condenação parcial por aerossaculite foram superiores às médias obtidas para o Estado de São Paulo no ano de 1998 e divulgadas oficialmente pelo SIF, de 0,05%.

Entre os setores e na interação tratamento x setor, não foram detectadas tais diferenças, mesmo apresentando um perfil de distribuição dos dados bastante semelhante ao observado na aerossaculite total, decrescente no sentido Oeste-Leste (Tabela 5.13).

Os resultados encontrados para condenações por aerossaculite total associado ao parcial podem ser visualizados na Figura 5.10. Estes valores, embora não tenham apresentado diferenças estatísticas, encontram-se bem próximos do nível de significância adotado (0,05) e expressam os resultados obtidos no acompanhamento de abate. O tratamento B apresentou valores superiores de condenação por aerossaculite (total e parcial) que o tratamento A, e em valores decrescentes do setor Oeste ao setor Leste nos dois tratamentos, embora mais evidente no tratamento B. Este perfil encontrado é contrário ao perfil de concentração de amônia no ar a partir do 28º dia de produção e concorda com o peso vivo das aves no 39º dia.

A Análise de Regressão foi realizada para verificar a existência de fatores relacionados com esta variável. A aerossaculite parcial não esteve relacionada à emissão de amônia pela cama, à concentração do gás no ar, às variáveis ambientais e de condição de cama e ao peso vivo da ave.

As lesões no trato respiratório que nem sempre são detectadas ao nível de campo e não chegam a resultar em doença severa ou morte, especialmente se as concentrações são baixas, como descreveram KRISTENSEN & WATHES (2000), podem ser detectadas ao nível de abatedouro, e assumem uma grande importância econômica e sanitária para este produto que tem atributos alimentares.

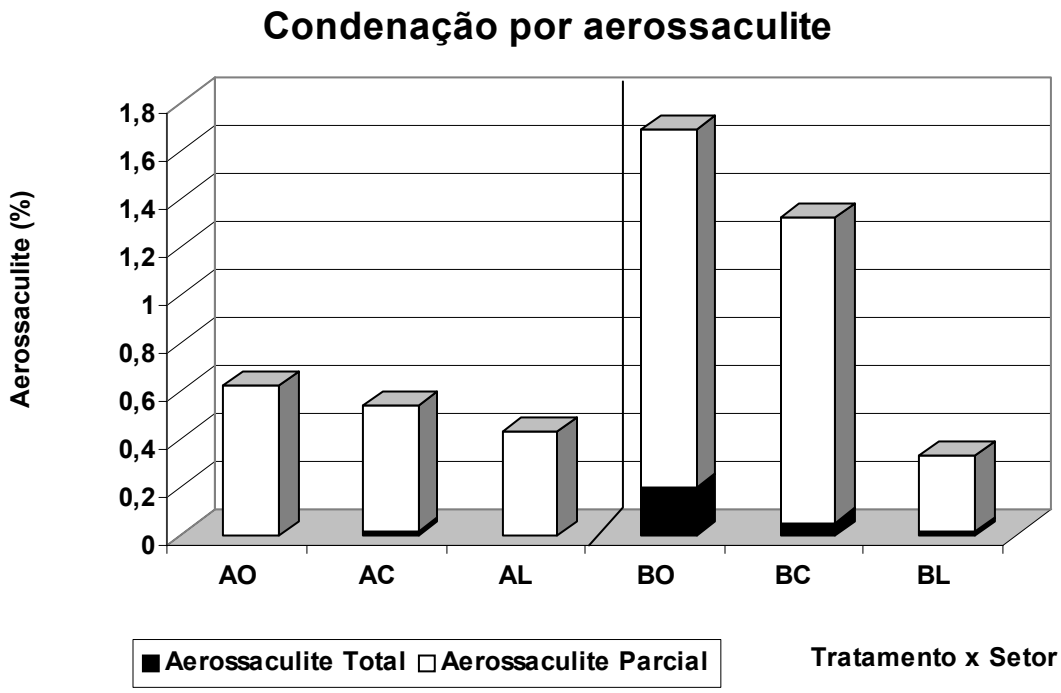


Figura 5.10 Gráfico das condenações percentuais por aerossaculite (total e parcial) entre os setores dos tratamentos. Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; O = setor Oeste; C = setor Centro e L = setor Leste.

5.6.6 Análise microbiológica das carcaças condenadas

A Tabela 5.14 mostra os resultados das análises microbiológicas realizadas a partir do envio de carcaças condenadas, parcial ou totalmente, por aerossaculite e pertencentes ao Lote 3. O setor Oeste do tratamento A não apresentou carcaça com lesões evidentes por condenação por aerossaculite para esta determinada amostra do lote escolhido.

Observou-se que as leveduras cresceram em todas as amostras enviadas, enquanto que em nas amostras enviadas do setor Oeste do tratamento B, não houve crescimento de *E.coli*.

Tabela 5.14 Resultados das análises microbiológicas realizadas a partir das lesões por aerossaculite.

Tratamentos / setores	**Tratamento A**			**Tratamento B**		
ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	**Oeste**	**Centro**	**Leste**	**Oeste**	**Centro**	**Leste**
Plaqueamento em ágar BHI e MacConkey para crescimento de *E.coli*	NA	+	Neg	Neg	+	+
Semeadura em ágar Sabouraud para crescimento de leveduras	NA	+	+	+	+	+

Sendo: (NA) → não houve amostra; (Neg) → resultado negativo; (+) → resultado positivo.

Nas condições de altas temperaturas e umidades relativas do ar, ocorre a absorção da amônia pelas partículas de poeira. E nestas condições de alta temperatura, a taxa respiratória das aves aumenta facilitando a inalação de partículas de poeira, contendo amônia e causando maiores danos ao aparelho respiratório (KRISTENSEN & WATHES, 2000). O agente causal das lesões, por este quadro de resultados, deve ser melhor definido por um estudo mais completo.

5.6.7 Avaliação da produtividade e perdas dos dois tratamentos

A partir dos resultados de perdas por mortalidade e por condenações de carcaças (total e parcial) foi calculada a produtividade de cada tratamento ao final do 39º dia de produção no galpão ($kg.m^{-2}$ e $kg.lote^{-1}$) e no abatedouro (nº de carcaças $inteiras.lote^{-1}$). A Tabela 5.15 apresenta os resultados destes cálculos.

Visto que as perdas por mortalidade foram superiores no tratamento A e as perdas por condenações total e parcial não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, conclui-se que o tratamento B, com uso de ventilação tipo túnel para a densidade de 18

aves.m^{-2} otimizou o uso da instalação, incrementando a produção em 13,20 ton.lote^{-1} no galpão e em 6023 carcaças inteiras a mais para comercialização no abatedouro.

Tabela 5.15Avaliação da produtividade no galpão e no abate para os dois tratamentos.

Produção / Perdas	Tratamento A	Tratamento B
Nº de aves alojadas (un.)	18.533	25.680
Perdas Mortalidade (un)	(- 686)	(- 836)
Nº aves alojadas no 39º dia (un.)	17.847	24.844
Peso vivo no 39º dia (kg.ave^{-1})	1,9067	1,9011
Produção de carne (kg.lote)	34.028,87	47.230,93
Incremento de produção (kg)	13.202,06	
Produção de carne (kg.m^{-2})	24,66	34,23
Nº aves abatidas (un.)	17.847	24.844
Perdas Condenações (un.)	(- 2.074)	(- 3.048)
Nº de carcaças inteiras (un.)	15.773	21.796
Incremento de produção (carcaças)	6.023	

5.7 Modelos matemáticos

Foram encontrados os seguintes modelos estatísticos através da Análise de Regressão:

5.7.1 Modelo para a emissão de amônia pela cama

O modelo encontrado, com $R^2 = 83,5\%$, foi:

$$M_1 = \exp (- 6,5023 + 0,3020.dia + 0,1218.t_{capsula} + 0,6142.pH - 0,043.dia^2) \quad \text{(Eq. 11)}$$

Onde: M_1 = emissão de amônia pela cama, $mg.m^{-2}.h^{-1}$

dia = dia de produção (1- 39)

pH = pH da cama

$t_{cápsula}$ = temperatura interna do material da cama da cápsula, °C

5.7.2 Modelo para a concentração de amônia no ar

O modelo encontrado, com $R^2 = 81,89\%$, foi:

$$M_2 = \exp (- 7,782 + 0,0585 \text{ dia} + 0,105 t_{\text{cama média}} + 0,6018 \text{ pH}) \quad \text{(Eq. 12)}$$

Onde: M_2 = concentração da amônia no ar, ppm

dia = dia de produção (1- 39)

pH = pH da cama

$t_{cama\ média}$ = temperatura interna e externa do material da cama da cápsula, °C

VI. CONCLUSÕES

Foram avaliados e comparados os níveis de amônia em dois sistemas de produção, um com ventilação convencional e densidade de 13 aves.m^{-2} e outro com ventilação tipo túnel e densidade de 18 aves.m^{-2}, e as relações existentes com as condições ambientais das instalações, a produtividade e o índice de condenações de carcaça dos frangos, gerando as seguintes conclusões:

6.1 Quanto aos níveis de amônia

As médias de emissão de amônia foram crescentes ao longo do período estudado e apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) apenas na coleta do 28º dia de produção entre os tratamentos, setores e na interação tratamento x setor do tratamento B. O tratamento B apresentou média superior ao tratamento A e um perfil crescente dos valores de emissão entre os setores, no sentido Oeste-Leste para este dia. Este perfil concorda com o fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação tipo túnel instalado.

As médias de concentração de amônia foram crescentes nos dois tratamentos ao longo de período estudado e apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre os tratamentos. As médias do tratamento B foram em todas as ocasiões

superiores às médias do tratamento A. Entre os setores, observou-se para os 28º e 39º dias de produção, um perfil crescente dos valores de concentração de amônia no ar no sentido Oeste-Leste, que foram semelhantes nos dois tratamentos, concordando com o fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação tipo túnel do tratamento B e em fluxo contrário ao sistema de ventilação instalado no tratamento A, mas sob a ação da ventilação natural do local. Os valores máximos encontrados neste estudo foram pouco superiores aos recomendados pela *Comission Internationale du Génie Rural* e inferiores ao recomendado pelo *Health and Safety Executive* do Reino Unido, concluindo-se que o sistema de ventilação tipo túnel adotado no tratamento B removeu com eficiência os gases gerados dentro das instalações, garantindo uma qualidade de ar adequada às aves.

6.2 Quanto às relações existentes com as variáveis ambientais

As diferenças encontradas entre as médias de emissão de amônia pela cama entre os tratamentos nos 14º e 28º dia de produção, foram relacionadas às diferenças encontradas para a temperatura, pH e umidade da cama. Entre os setores, somente as médias de umidade da cama apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) com o mesmo perfil crescente dos valores no sentido Oeste-Leste para os dois tratamentos.

As diferenças encontradas entre as médias de concentração de amônia no ar entre os tratamentos foram relacionadas às condições diferenciadas de manejo durante a fase de aquecimento, à emissão de amônia no 28º dia de produção e à velocidade do ar dentro do galpão com sistema tipo túnel que pode ter favorecido a volatilização do gás pela cama. Entre os setores, a concentração de amônia no ar apresentou perfil crescente dos valores à

semelhança do encontrado para a emissão de amônia pela cama, nos 28º e 39º dias de produção no sentido Oeste-Leste para os dois tratamentos.

6.3 Quanto às relações existentes com a produtividade

Não foram encontradas diferenças significativas nos pesos vivos das aves, conversão alimentar, ganho de peso diário e no índice de eficiência alimentar entre os dois tratamentos. As médias superiores encontradas no tratamento B para a concentração de amônia no ar, não exerceram influência sobre os resultados zootécnicos dos lotes em manejo de alta densidade. A média de mortalidade acumulada no tratamento A foi superior à média do tratamento B, estando estes resultados relacionados às primeiras semanas de vida das aves. Estes resultados indicam que o sistema de ventilação instalado no galpão do tratamento B otimizou o uso do mesmo para uma densidade de 18 aves.m^{-2}. A comparação da produtividade entre os tratamentos, indicou um incremento na produção do tratamento B de 13,20 ton carne.$lote^{-1}$ galpão no 39º dia de produção.

6.4 Quanto às relações existentes com as condenações de carcaça

Os resultados de condenações por aerossaculite total e parcial foram superiores no tratamento B, que apresentou maiores níveis de amônia ao longo do período estudado. No entanto, embora as diferenças não tenham sido evidenciadas estatisticamente, o perfil de distribuição destas condenações entre os setores foi oposto ao encontrado para os níveis de amônia. O Setor Leste com maiores concentrações de amônia no ar nos dias de coleta,

apresentou menores índices percentuais de condenação por aerossaculite. Algum fator não considerado neste estudo, pode ter exercido influência nestes resultados.

Os resultados de condenações de carcaças total e parcial, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos de forma que numa análise comparativa de produtividade ao abate, o incremento associado ao uso de alta densidade de produção, correspondeu a 6.023 carcaças inteiras viáveis para comercialização.

6.5 Modelo de emissão de amônia pela cama

$$M_1 = \exp (- 6{,}5023 + 0{,}3020.dia + 0{,}1218.t_{capsula} + 0{,}6142.pH - 0{,}043.dia^2)$$

Onde: M_1 = emissão da amônia pela cama , $mm.m^{-2}.h^{-1}$

dia= dia de produção (1- 39)

pH = pH da cama

$t_{cápsula}$= temperatura interna do material da cama dentro da cápsula, °C

6.6 Modelo de concentração de amônia

$$M_2 = \exp (- 7{,}782 + 0{,}0585\ dia + 0{,}105 t_{cama\ média} + 0{,}6018\ pH)$$

Onde: M_2 = concentração da amônia no ar , ppm

dia= dia de produção (1- 39)

pH = pH da cama

$t_{cama\ média}$ = temperatura interna e externa da cama dentro da cápsula, °C

VII. LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1	Esquema de galpão aviário utilizada no estudo.	19
Figura 4.2	Esquema em planta das telas divisórias nos dois galpões e das áreas de coleta de dados.	20
Figura 4.3	Esquema de galpão com Ventilação Convencional e Densidade de 13 aves.m^{-2}.	21
Figura 4.4	Vista do tratamento A – Ventilação convencional e Densidade de 13 aves.m^{-2}.	21
Figura 4.5	Esquema de galpão com Ventilação Tipo Túnel e Densidade de 18 aves.m^{-2}.	22
Figura 4.6	Vista do tratamento B – Ventilação Tipo Túnel e Alta Densidade de 18 aves.m^{-2}.	24
Figura 4.7	Vedações do lanternim, frestas de portas / paredes e de telhado do Sistema Tipo Túnel.	24
Figura 4.8	Esquema da cápsula de ventilação (JEPPSSON, 1999).	29
Figura 4.9	Coleta de concentração de amônia do ar dentro da cápsula e de 200 cm do piso.	31
Figura 4.10	Posições do anemômetro para coleta de velocidade do ar no eixo do exaustor da cápsula de ventilação.	31
Figura 4.11	Coleta de amostra de ar para avaliação de sua concentração de amônia.	33
Figura 4.12	Esquema dos pontos de coleta de amostra de ar para análise da concentração de amônia e vista da saída dos exaustores.	33
Figura 4.13	Vista dos *dataloggers* instalados no centro geométrico de cada setor.	35
Figura 4.14	Esquema longitudinal do possível efeito de arraste de calor e gases para o Setor Leste do galpão do tratamento B decorrente do fluxo de ar gerado pelo sistema de ventilação.	36
Figura 4.15	Coleta de temperatura superficial da cama, externamente à cápsula de ventilação.	37
Figura 4.16	Vista da análise de pH da cama em campo.	37
Figura 4.17	Vista da "panha" das aves durante a noite e acompanhamento do lote na plataforma de abate.	44
Figura 4.18	Vista de lesão por aerossaculite em aves.	44
Figura 4.19	Delineamento estatístico do experimento.	45

Figura 4.20	Esquema de distribuição dos valores obtidos para uma variável do experimento.	45
Figura 5.1	Gráfico da emissão de amônia pela cama nos dois tratamentos. (NS = Não significativo).	53
Figura 5.2	Gráfico da emissão de amônia pela cama nos três setores. (NS = Não significativo).	54
Figura 5.3	Gráfico da emissão de amônia pela cama nos setores dos tratamentos no 28º dia de produção, no qual somente o tratamento B apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; 1 = setor Oeste; 2 = setor Centro e 3 = setor Leste.	55
Figura 5.4	Gráfico de concentração de amônia do ar para os tratamentos.	59
Figura 5.5	Gráfico de concentração de amônia para os setores Oeste, Centro e Leste. (NS = Não Significativo).	62
Figura 5.6	Vista frontal do galpão e resultados da concentração de amônia do ar em coleta única das saídas dos exaustores.	66
Figura 5.7	Vista em planta de dois galpões e resultados da coleta de amostra de ar para detecção de arraste de amônia do tratamento B para o tratamento A devido à ação dos ventos SE predominantes.	67
Figura 5.8	Gráfico das médias para o 39º dia de produção, da concentração de amônia (ppm) *versus* peso vivo das aves (kg) entre os setores Oeste, Centro e Leste.	80
Figura 5.9	Gráfico das perdas setoriais por condenações (total e parcial) nos tratamentos. Não foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os setores. Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; O = setor Oeste; C = setor Centro e L = setor Leste.	87
Figura 5.10	Gráfico das condenações percentuais por aerossaculite (total e parcial) entre os setores dos tratamentos. Sendo A = tratamento ventilação e densidade convencionais; B = tratamento ventilação tipo túnel e alta densidade; O = setor Oeste; C = setor Centro e L = setor Leste.	92

VII. LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Distribuição das linhagens de aves nos 3 lotes de produção	25
Tabela 4.2	Número de aves alojadas em cada lote de produção	25
Tabela 4.3	Datas de entrada e saída dos lotes de produção do experimento	27
Tabela 4.4	Número de aves acompanhadas para abate ao final de cada lote de produção	42
Tabela 5.1	Médias da emissão de amônia pela cama ($mg.m^{-2}.h^{-1}$) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	52
Tabela 5.2	Médias da concentração de amônia (ppm) no ar nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	60
Tabela 5.3	Médias de TBS – Temperatura de Bulbo Seco (°C) e UR – Umidade Relativa do ar (%) nos 14º, 28º e 39º dias de produção nos setores do tratamento A. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).	69
Tabela 5.4	Médias de TBS – Temperatura de Bulbo Seco (°C) e UR – Umidade Relativa do ar (%) nos 14º, 28º e 39º dias de produção nos setores do tratamento B. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). Sendo (---) ausência de médias equilibradas para os setores.	69
Tabela 5.5	Médias da velocidade do ar ($m.s^{-1}$) a 25 e 150 cm do piso nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	71
Tabela 5.6	Médias de temperatura superficial da cama (°C) contida na cápsula e temperatura superficial da cama média (interna e externa à cápsula) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	72

Tabela 5.7	Médias do pH da cama contida na cápsula de ventilação nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste). Sendo (*), ausência de médias equilibradas para os setores do tratamento A.	74
Tabela 5.8	Médias de umidade da cama contida na cápsula e de umidade média de cama (dois pontos: cápsula e outro aleatório), percentuais (%), nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	75
Tabela 5.9	Médias de Mortalidade acumulada (%) até o 39º dia de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	77
Tabela 5.10	Médias dos pesos vivos das aves (kg) nos 14º, 28º e 39º dias de produção entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	79
Tabela 5.11	Médias da conversão alimentar, ganho de peso diário e índice de eficiência produtiva ao final dos lotes de produção dos tratamentos A e B. Comparação entre as médias relizada pelo Método de Fisher LSD ($p < 0,05$).	83
Tabela 5.12	Médias das condenações total e parcial produção entre tratamentos, setores e nas interações tratamento x setor. Pela comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, estas não diferiram entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	85
Tabela 5.13	Médias das condenações de carcaças por lesões, aerossaculite total e parcial entre tratamentos, setores e interações tratamento x setor. Comparação entre as médias pelo Método de Fisher LSD, no qual, as médias seguidas por letras distintas diferem entre si significativamente ($p < 0,05$). (L = setor Leste, C = setor Centro e O = setor Oeste).	89
Tabela 5.14	Resultados das análises microbiológicas realizadas a partir das lesões por aerossaculite.	93
Tabela 5.15	Avaliação da produtividade no galpão e no abate para os dois tratamentos.	94

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ANDERSON, D.P.; BEARD, C.W.; HANSON, R.P. The adverse effects of ammonia on chickens including resistance to infection with Newcastle disease virus. *Avian Diseases*, v.8, p.369-379 *apud* KLEVEN, S.H. & GRISSON, .J.R. Multicausal respiratory disease. In: CALNEK, B.W. *Diseases of poultry*. Iowa: Iowa State University Press, 1997. 10th ed., p.1008-1012.

AVES & OVOS. Mercado mundial de carnes de frango. *Net*, São Paulo, 2000. Vista Disponível em: http://www.aveseovos.com.br/m_mundial.html. Acesso em: jan.2000.

BAIÃO, N.C. Quando o ambiente fica muito carregado. *Revista Aves e Ovos,* Jan, p.20-22, 1996.

BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. *Experimentação Agrícola.* Jaboticabal: FUNEP, 1989.

BELYAVIN, C. Complete Climate Control. What are the associate problems. *World Poultry***,** v.9, p. 32-33, 1993.

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 - Delegacia Federal de Agricultura de São Paulo. *Boletim Estatístico SERPA/SP*. São Paulo, 1985.

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.

BURNETT, W.E. & DONDERO, N.C. Microbiological and chemical changes in poultry manure associated with decomposition and odour generation. In: Animal Waste Management. *Proceedings of Cornell University Conference of Agriculture Waste Management,* p.271-274, 1969 *apud* 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.

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.

CAMARGO, A.M. Um setor de US$ 63 bilhões. *Avicultura Industrial,* p.12-14, Abril, 1997.

CANEVER, M.D. Qualidade Avícola. *Avicultura Industrial,* p.22-25, Abril, 1997.

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.

CHARLES, D.R. & PAYNE, C.G. The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens: 1. Effects of respiration and on the performance of broilers and replacement growing stock. *British Poultry Science*, v.7, p.177-187, 1966 (a) *apud* 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.

CHARLES, D.R. & PAYNE, C.G. The influence of graded levels of atmospheric ammonia on chickens: 1. Effects on performance of laying hens. *British Poultry Science*, v.7, p.189-198, 1966 (a) *apud* 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.

CIGR - Comission Internationale du Génie Rural. *Climatization of animal houses.* Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1984. (2nd Report of Working Group).

CONCEIÇÃO, M.A.P.; HAZEL, E.J.; WATHES, C.M. Air hygiene in a pullet house: spatial homogeneity af aerial pollutants. *British Poultry Science*, England, v.30, n.4, p.765-776, 1989.

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 of building ventilation design on environment and performance of turkeys. *American Journal Veterinary Research,* v.55, n.2, p. 216-20, 1994.

DONHAM, K.J. Human health and safety for workers in livestock housing. In: LASTEST DEVELOPMENTS IN LIVESTOCK HOUSING, 1987. *Proceedings of Commission Internationale du Génie Rural,* Illinois, USA, p.86-95 *apud* 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. 14028, 1997.

ELLIOT, H.A. & COLLINS, N.E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. *Transactions of the ASAE,* v.25, p.413-424, 1982.

EMEASH, H.H; ALI, M.M. & EL-BABLY, M.A. Effects of some pollutants as stressors on some behavioural patterns and performance of broiler chickens. *Poultry Abstracts*, v.24, n.58, 1998.

FAWC. FAWC updates the five freedoms. *Veterinary Record,* v.131, n.357, 1992.

GOMES, F.P. *A estatística moderna na pesquisa agropecuária.* 3.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1987, 162p.

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.; 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.

HAMILTON, T.D.C.; ROE, J.M.; TAYLOR, F.G.R.; PEARSON, G.; WEBSTER, A.F.J. Aerial pollution: na exacerbating factor in atrophic rhinits of pigs. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT IV. *Proceedings of Fourth International Livestock Environment Symposium,* Warwick: American Society of Agricultural Engineers,1993, p.895-903.

HELLICKSON, M.A. & WALKER, J.N. *Ventilation of Agricultural Structures*. American Society of Agricultural Engineers, Monograph nº 6, 1983.

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.

HYSLOP, N.St.G. Effects of the environment om immunity to disease. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT I, 1974. *Proceedings of the International Livestock Environment Symposium*. American Society of Agricultural Engineers, 1974. p. 383-390.

JARVIS, S.C. & PAIN, B.F. Ammonia volatilisation from agricultural land. *Proceedings Fertiliser Society,* Peterborough, UK, 289, 1990 *apud* 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. 14028, 1997.

JEPPSSON, K.H. Volatilization of ammonia in deep-litter systems with different bedding materials for young cattle. *Journal of Agricultural Engineering Research,* Silsoe, v.73, p.49-57, 1999.

LEWIS, E.C. & NICHOLSON, J.L. Broiler response to three ventilation rates. *Transactions of the ASAE,* p. 414-418, 1980.

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.

MAGHIRANG, R.G.; MANBECK, H.B.; ROUSH, W.B.; MUIR, F.V. Air contaminant distributions in a commercial laying house. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineering,* v.34, p.2171-2180.

MILLIKEN, G.A. & JOHNSON, D.E**.** *Analysis of Messy Data;* Volume I: Designed Experiments. New York: Chapman & Hall, 1992. 473p.

OLIVEIRA, L.C. Novos critérios na inspeção insdustrial e sanitária de aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 1995 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVIÁRIAS, 1995. *Anais*. P.119-134.

PAINTER, H.A. Microbial transformations of inorganic nitrogen. *Progress in Water Technology,* v.4/5, n.8, p.3-29, 1977 *apud* 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.

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.

ROBERTSON, A.M. & GALBRAITH, H. *Effect of Ventilation on the Gas Concentration in a Part-stalled Piggery.* R & D Studies I, Scottish Farm Buildings Investigation Unit,

p.17-28, 1971 *apud* VERSTEGEN, M., TAMMINGA, S. & GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on Animals. *Pollution in Livestock production systems.* CAB International, 1994. p.71-79.

SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. *Environmental aspects of housing for animal production.* Butterworths, 1981. 24, p.439-454.

TORREIRA, R.P. Salas limpas: projeto, instalação e manutenção. São Paulo: Hemus, s.d. 318 p.

VERSTEGEN, M.; TAMMINGA, S.; GREERS, R. The effect of gaseous pollutants on Animals. *Pollution in Livestock production systems.* CAB International, 1994. p.71-79.

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 *apud* 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.; 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. 14028, 1997.

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.º; 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.

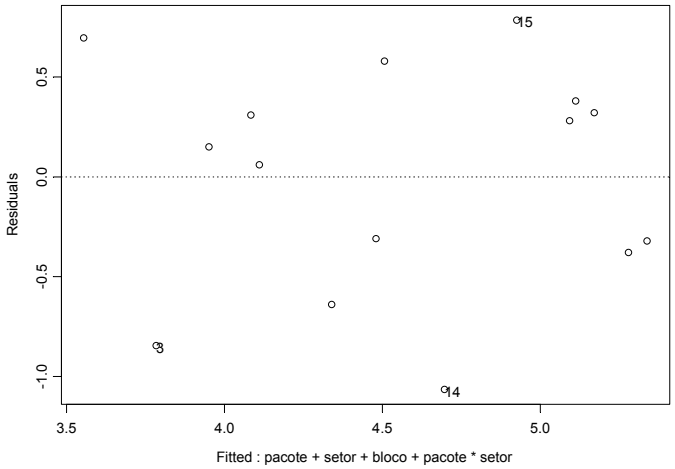
WHYTE, R.T. Aerial pollutants and the health of poultry farmers. *World's Poultry Science Journal,* v.49, p.139-156, 1993 *apud* WATHES, C.M.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; WHITE, R.P. & PHILLIPS, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science,* March, v.38, n.1, p. 14028, 1997.

WICKLEN, GL.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.

X. ANEXO

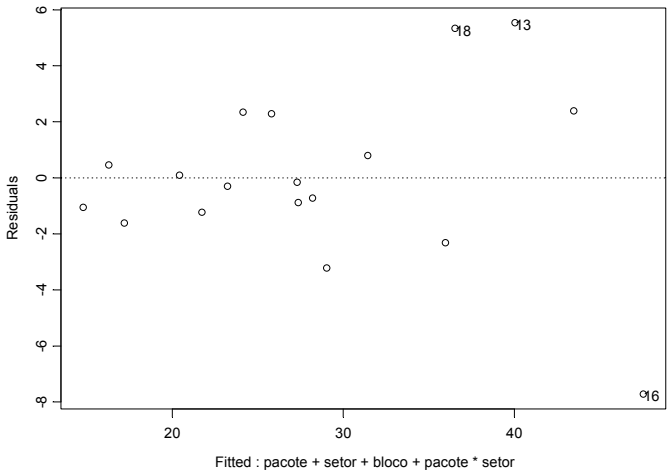
Emissão de amônia 14° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  0.459839 0.229919 0.358746 0.7106840 (NS)
      pacote  1  3.637125 3.637125 5.675046 0.0487217 (*)(pacote = tratamento)
       setor  2  0.179098 0.089549 0.139724 0.8719639 (NS)
pacote:setor  2  0.434869 0.217434 0.339265 0.7233854 (NS)
   Residuals  7  4.486285 0.640898
```



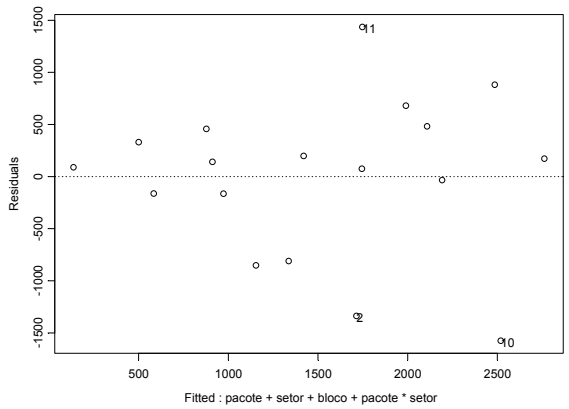
Emissão de amônia no 28° dia de produção

```
              Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value       Pr(F)
       bloco  2  372.0111 186.0055 11.74746 0.002371947 (**)
      pacote  1  433.3831 433.3831 27.37097 0.000383339 (**)(pacote = tratamento)
       setor  2  415.2469 207.6235 13.11277 0.001602969 (**)
pacote:setor  2  261.3297 130.6648  8.25234 0.007645183 (**)
   Residuals 10  158.3368  15.8337
```



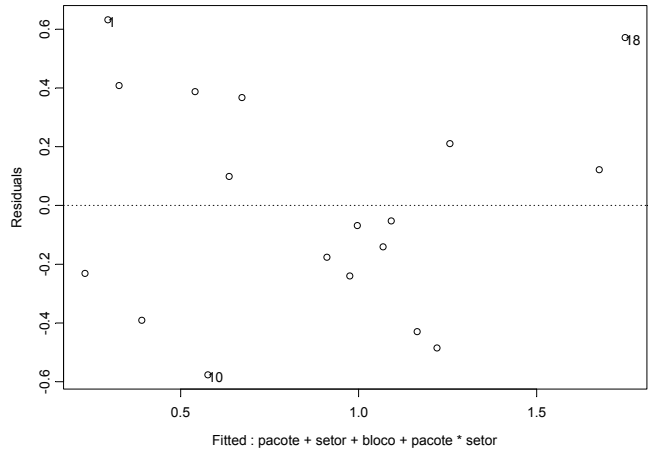
Emissão de amônia no 39° dia de produção

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)	
bloco	2	7758433	3879217	4.017197	0.0524194	(NS)
pacote	1	642808	642808	0.665672	0.4335686	(NS) **(pacote = tratamento)**
setor	2	1015205	507603	0.525657	0.6066388	(NS)
pacote:setor	2	299388	149694	0.155019	0.8584179	(NS)
Residuals	10	9656526	965653			



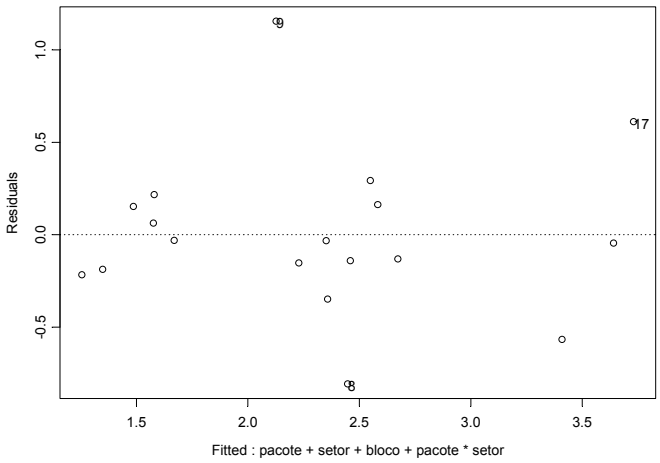
Concentração de amônia no 14° dia de produção

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)	
bloco	2	1.624526	0.812263	3.501215	0.0703793	(NS)
pacote	1	1.238772	1.238772	5.339658	0.0434504	(*) **(pacote = tratamento)**
setor	2	0.407560	0.203780	0.878382	0.4452061	(NS)
pacote:setor	2	0.175432	0.087716	0.378095	0.6945565	(NS)
Residuals	10	2.319945	0.231995			



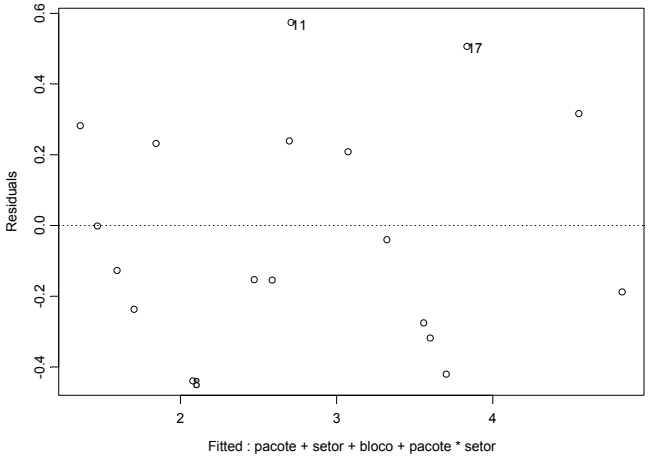
Concentração de amônia no 28° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  0.328815 0.164408  0.52435 0.6073547 (NS)
      pacote  1  5.306380 5.306380 16.92394 0.0020975 (**)  (pacote = tratamento)
       setor  2  3.809784 1.904892  6.07538 0.0187524 (*)
pacote:setor  2  0.087407 0.043703  0.13939 0.8715535 (NS)
   Residuals 10  3.135428 0.313543
```



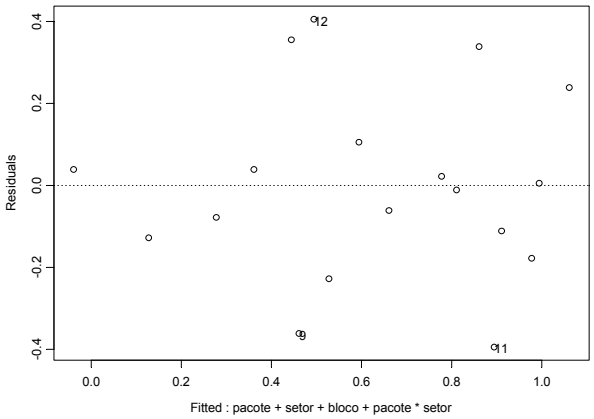
Concentração de amônia no 39° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2   5.10841  2.55420 15.74193 0.0008140 (**)
      pacote  1  11.15859 11.15859 68.77202 0.0000086 (**)(pacote = tratamento)
       setor  2   1.97529  0.98764  6.08699 0.0186544 (*)
pacote:setor  2   0.48380  0.24190  1.49086 0.2712307 (NS)
   Residuals 10   1.62255  0.16225
```



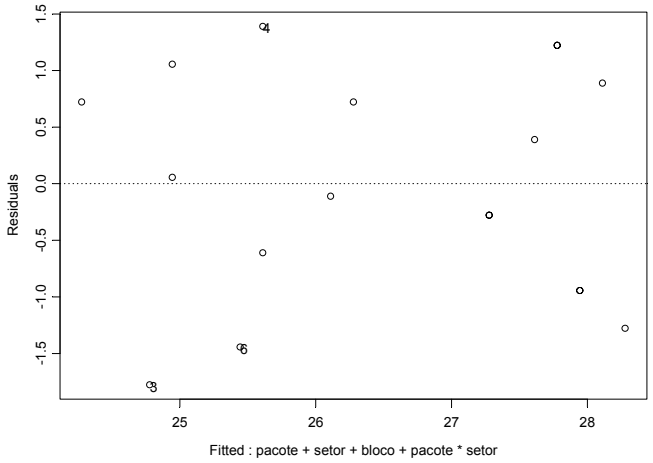
Velocidade do ar a 150 cm do piso

```
Df Sum of Sq   Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2 0.5344444 0.2672222 3.017566 0.0943273 (NS)
      pacote  1 0.7200000 0.7200000 8.130489 0.0172087 (*)(pacote = tratamento)
       setor  2 0.1877778 0.0938889 1.060226 0.3823015 (NS)
pacote:setor  2 0.2433333 0.1216667 1.373902 0.2970456 (NS)
   Residuals 10 0.8855556 0.0885556
```



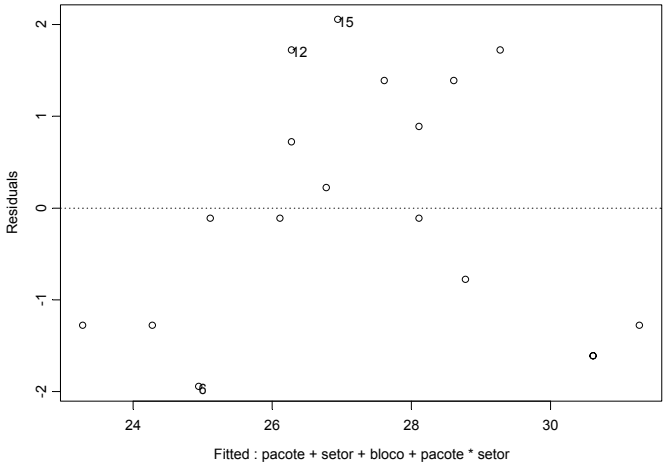
Temperatura supercial da cama contida na cápsula no 28° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2   1.44444  0.72222  0.41935 0.6685164 (NS)
      pacote  1  26.88889 26.88889 15.61290 0.0027245 (**)
       setor  2   2.11111  1.05556  0.61290 0.5609346 (NS)
pacote:setor  2   0.77778  0.38889  0.22581 0.8018321 (NS)
   Residuals 10  17.22222  1.72222
```



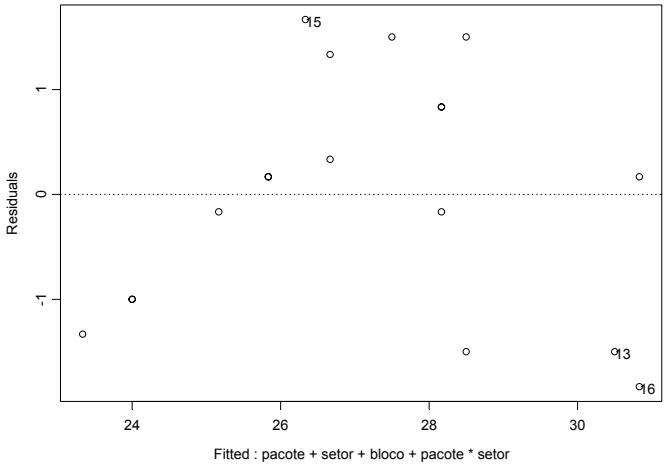
Temperatura supercial da cama contida na cápsula no 39° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  56.77778 28.38889 9.498141 0.0048785 (**)
      pacote  1  24.50000 24.50000 8.197026 0.0168686 (*)
       setor  2   4.11111  2.05556 0.687732 0.5249939 (NS)
pacote:setor  2   1.00000  0.50000 0.167286 0.8482765 (NS)
   Residuals 10  29.88889  2.98889
```



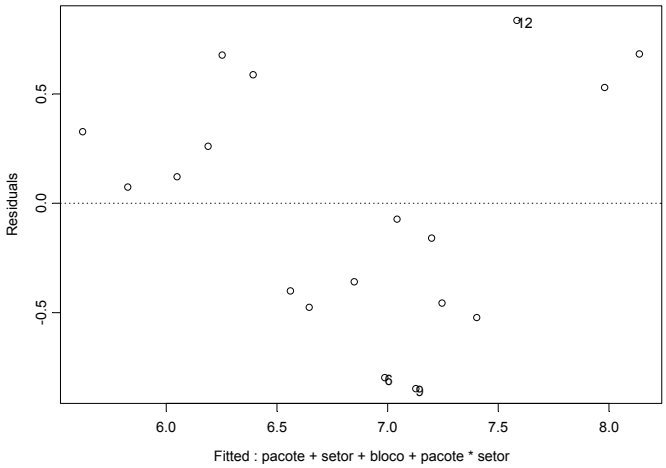
Temperatura supercial da cama média no 39° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  52.33333 26.16667 11.71642 0.0023941 (**)
      pacote  1  34.72222 34.72222 15.54726 0.0027614 (**)
       setor  2   0.33333  0.16667  0.07463 0.9286016 (NS)
pacote:setor  2   0.77778  0.38889  0.17413 0.8426818 (NS)
   Residuals 10  22.33333  2.23333
```



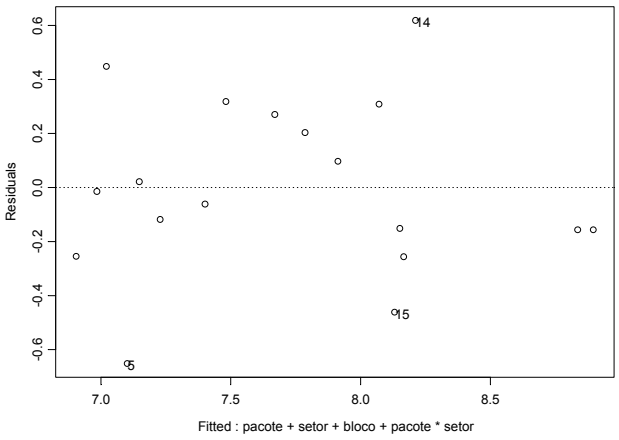
pH da cama no 14° dia de produção

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)	
bloco	2	2.924078	1.462039	3.029679	0.0936179	(NS)
pacote	1	4.580356	4.580356	9.491544	0.0116241	(*)
setor	2	1.010144	0.505072	1.046625	0.3866204	(NS)
pacote:setor	2	0.000678	0.000339	0.000702	0.9992980	(NS)
Residuals	10	4.825722	0.482572			



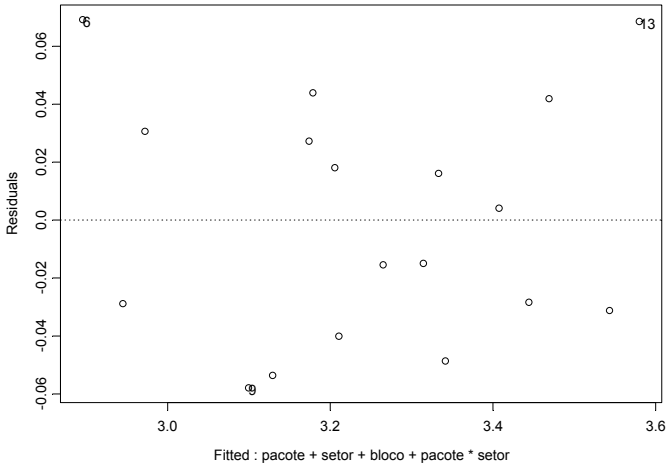
pH da cama no 28° dia de produção

	Df	Sum of Sq	Mean Sq	F Value	Pr(F)	
bloco	2	2.121700	1.060850	6.01855	0.0192410	(*)
pacote	1	3.200450	3.200450	18.15721	0.0016601	(**)
setor	2	0.777733	0.388867	2.20617	0.1608155	(NS)
pacote:setor	2	0.296533	0.148267	0.84117	0.4595708	(NS)
Residuals	10	1.762633	0.176263			



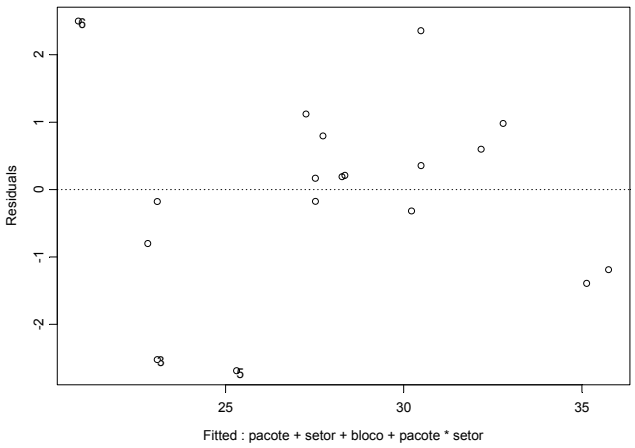
Umidade da cama da cápsula no 28° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value       Pr(F)
       bloco  2  281.9596 140.9798 43.67088 0.000011442 (**)
      pacote  1   49.4018  49.4018 15.30305 0.00290425 (**)
       setor  2   68.1144  34.0572 10.54980 0.003437367 (**)
pacote:setor  2   67.3770  33.6885 10.43559 0.003566432 (**)
   Residuals 10   32.2823   3.2282
```



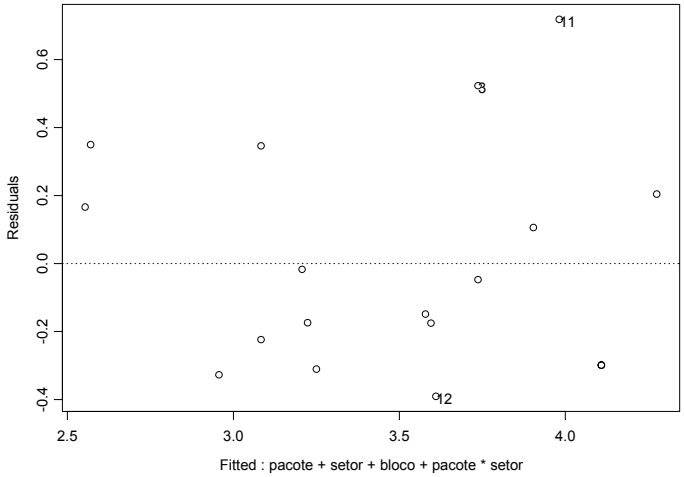
Umidade da cama média no 28° dia de produção

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  166.3915 83.19574 25.20488 0.0001243 (**)
      pacote  1   76.8387 76.83867 23.27895 0.0006972 (**)
       setor  2   18.7544  9.37722  2.84091 0.1054428 (NS)
pacote:setor  2   39.6907 19.84536  6.01233 0.0192955 (*)
   Residuals 10   33.0078  3.30078
```



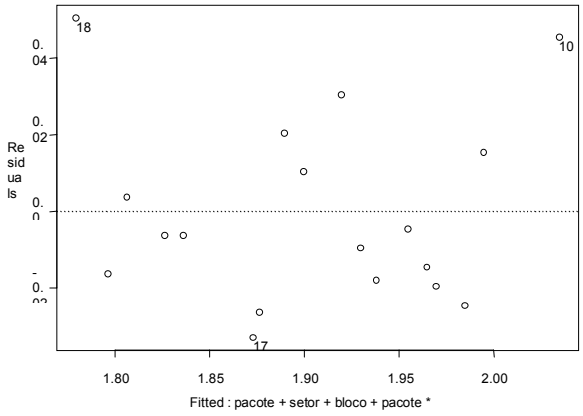
Mortalidade

```
Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2  3.231211 1.615606 9.068002 0.0056714 (**)
      pacote  1  0.893339 0.893339 5.014094 0.0490694 (*) (pacote = tratamento)
       setor  2  0.114011 0.057006 0.319958 0.7333459 (NS)
pacote:setor  2  0.254011 0.127006 0.712851 0.5135532 (NS)
   Residuals 10  1.781656 0.178166
```



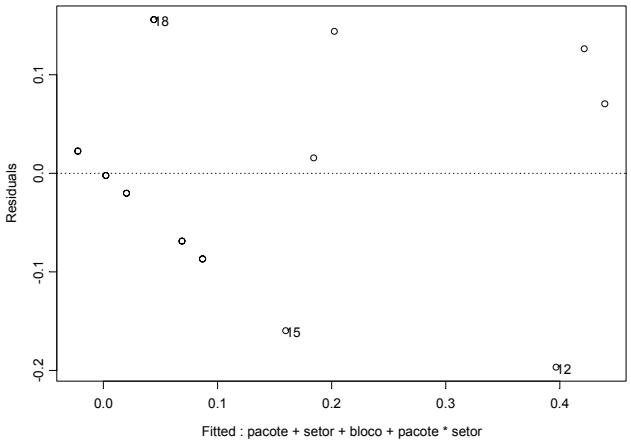
Peso Vivo aos 39 dias

```
Df  Sum of Sq    Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2 0.07601111 0.03800556 37.79558 0.0000218 (**)
      pacote  1 0.00013889 0.00013889  0.13812 0.7179093 (NS) (pacote = tratamento)
       setor  2 0.01274444 0.00637222  6.33702 0.0166861 (*)
pacote:setor  2 0.00467778 0.00233889  2.32597 0.1480898 (NS)
   Residuals 10 0.01005556 0.00100556
```



Aerossaculite Total

```
Df Sum of Sq   Mean Sq  F Value     Pr(F)
       bloco  2 0.0055172 0.0027586 0.152334 0.8606564 (NS)
      pacote  1 0.1808078 0.1808078 9.984512 0.0101618 (*) (pacote = tratamento)
       setor  2 0.0932485 0.0466243 2.574670 0.1253232 (NS)
pacote:setor  2 0.1094621 0.0547310 3.022339 0.0940470 (NS)
   Residuals 10 0.1810883 0.0181088
```



Regressão Linear – Emissão de amônia

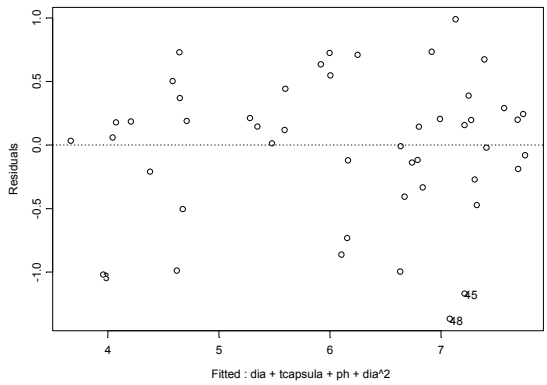
```
Coefficients:
              Value Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -6.5023  1.5798    -4.1159  0.0002
        dia  0.3020  0.0629     4.8042  0.0000
   tcapsula  0.1218  0.0410     2.9718  0.0048
         ph  0.6142  0.1125     5.4606  0.0000
   I(dia^2) -0.0043  0.0012    -3.6788  0.0006

Residual standard error: 0.5701 on 43 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.835
F-statistic: 54.41 on 4 and 43 degrees of freedom, the p-value is 3.331e-016

Analysis of Variance Table

Response: LN.emis

Terms added sequentially (first to last)
          Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value      Pr(F)
       dia  1  52.86355 52.86355 162.6727 0.00000000 (**)
 tcapsula  1   2.28368  2.28368   7.0274 0.01119163 (*)
        ph  1  11.18228 11.18228  34.4103 0.00000057 (**)
 I(dia^2)  1   4.39791  4.39791  13.5333 0.00064784 (**)
Residuals 43  13.97365  0.32497
```



Regressão Linear – Concentração de amônia

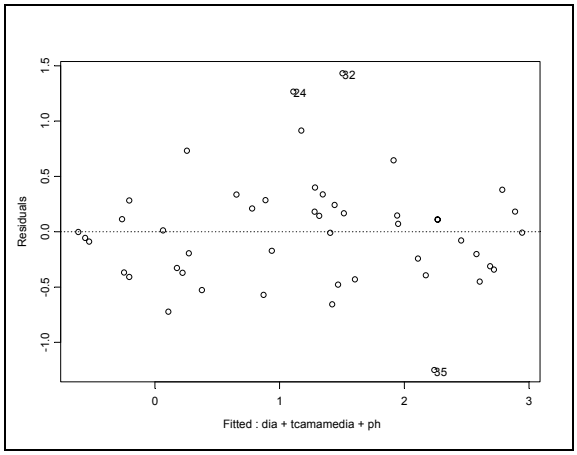
```
Coefficients:
             Value Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -7.7820  1.0553    -7.3741  0.0000
        dia  0.0585  0.0091     6.4573  0.0000
 tcamamedia  0.1050  0.0350     2.9965  0.0045
         ph  0.6018  0.1007     5.9730  0.0000

Residual standard error: 0.5059 on 44 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.8189
F-statistic: 66.34 on 3 and 44 degrees of freedom, the p-value is 2.22e-016

Analysis of Variance Table

Response: LN.NH3

Terms added sequentially (first to last)
           Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value         Pr(F)
       dia  1  37.06497 37.06497 144.8284 0.00000000000 (**)
tcamamedia  1   4.73820  4.73820  18.5141 0.00009252236 (**)
        ph  1   9.13045  9.13045  35.6765 0.00000036977 (**)
 Residuals 44  11.26063  0.25592
```



Regressão Linear – Condenação parcial

```
Coefficients:
             Value Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.9767  0.4308     6.9092  0.0000
    aeropar  0.6792  0.2148     3.1624  0.0064
     lesoes  0.8960  0.0453    19.7789  0.0000

Residual standard error: 0.5552 on 15 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.9654
F-statistic: 209.4 on 2 and 15 degrees of freedom, the p-value is 1.098e-011

Analysis of Variance Table

Response: condpar

Terms added sequentially (first to last)
          Df Sum of Sq  Mean Sq  F Value         Pr(F)
  aeropar  1    8.5301   8.5301  27.6741 0.00009597789 (**)
   lesoes  1  120.5831 120.5831 391.2049 0.00000000000 (**)
Residuals 15    4.6235   0.3082
```