

MARCOS OLIVEIRA DE PAULA

**ISOLAMENTO TÉRMICO DE AVIÁRIOS E SEUS EFEITOS NA
QUALIDADE DO AR INTERIOR, CONSUMO DE ENERGIA E
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola, para obtenção
do título de *Doctor Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

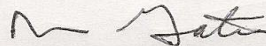
T	Paula, Marcos Oliveira de, 1979-
P324i	Isolamento térmico de aviários e seus efeitos na
2009	qualidade do ar interior, consumo de energia e desempenho produtivo de frangos de corte / Marcos Oliveira de Paula. – Viçosa, MG, 2009. xiv, 90f. : il (algumas col.) ; 29cm.
	Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinoco. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa. Referências bibliográficas: f. 82-90.
	1. Frango de corte – Fatores climáticos. 2. Frango de corte - Registros de desempenho. 3. Isolamento térmico. 4. Construções rurais – Aquecimento e ventilação. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.
	CDD 22.ed. 636.50831

MARCOS OLIVEIRA DE PAULA

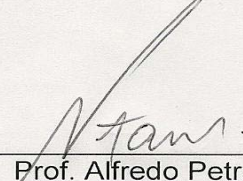
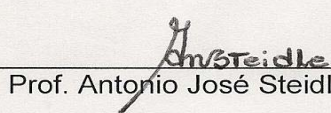
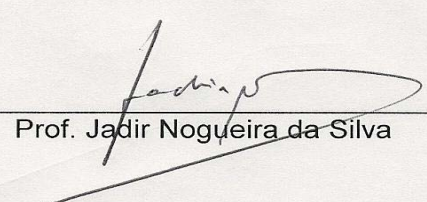

**ISOLAMENTO TÉRMICO DE AVIÁRIOS E SEUS EFEITOS NA
QUALIDADE DO AR INTERIOR, CONSUMO DE ENERGIA E
DESEMPENHO PRODUTIVO DE FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós- Graduação em
Engenharia Agrícola, para obtenção
do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 07 de dezembro de 2009.



Prof. Richard Stephen Gates
(Coorientador)


Prof. Alfredo Petruski
Prof. Antonio José Steidle Neto
Prof. Jadir Nogueira da Silva
Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinoco
(Orientadora)

Dedico esta tese aos meus amores
Elizabeth e Arthur, a minha mãe Geralda, ao meu pai Sebastião,
ao meu irmão Sérgio, a minha orientadora
Dra. Ilda de Fátima Ferreira Tinoco e a todos os meus amigos do
Ambiagro.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu forças para completar mais esta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, nos seus diversos seguimentos, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola e aos colegas da Área de Construções Rurais e Ambiente, pelo apoio recebido durante o meu trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos, o que viabilizou a realização deste trabalho.

À indústria Pif-Paf alimentos, pela oportunidade e apoio. Aos proprietários da granja avícola em Viçosa, funcionários e a todos os técnicos agrícolas, que possibilitaram e nos receberam, contribuindo para a realização da pesquisa.

À Empresa Owens Corning nas pessoas de Dr. Fernán Castro e Luciano Canina, pelo empenho em criar condições para que a pesquisa se desenvolvesse.

A Professora Ilda de Fátima Ferreira Tinoco, por ter confiado em mim e de quem eu tenho o maior orgulho de ter sido orientado e amigo.

Aos Professores Baêta, Cecília, Valmir e Jadir, pelos ensinamentos e convívio durante todos estes anos.

A todos os amigos do Ambiagro, em especial a Irene, Maria Clara, Déborah, Keles, Akemi, Cínara, Keller, Fatinha, Neiton, Roque, Alexander, Olga, Fábio, Jofran, Samuel e Fernanda pela amizade, pela ajuda na montagem do experimento, pela convivência, paciência e amizade.

Aos funcionários do DEA, em especial aos da secretária da graduação e da pós-graduação, pela atenção que sempre me foi dada.

Aos meus pais, Sebastião e Geralda, meu irmão Sérgio e minha cunhada Cynthia, pela força e incentivo que me deram para superar todos os obstáculos e poder realizar mais esta etapa em minha vida.

A minha esposa Elizabeth e ao meu filho Arthur, pelo amor e compreensão nos momentos de estresse e de ausência em que tive que me dedicar ao trabalho.

A minha sogra Ana Neire, pela paciência e carinho. E a todos aqueles que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Marcos Oliveira de Paula, filho de Sebastião Oliveira de Paula e Geralda do Nascimento Ferreira de Paula, nasceu em 20/07/1979, na cidade de São Paulo, estado de São Paulo.

Em março de 1999, ingressou no curso de Engenharia Civil na UFV, com término em julho de 2004.

Em agosto de 2004, iniciou o curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Engenharia Agrícola na UFV, na área de Construções Rurais e Ambiência.

Em agosto de 2006, iniciou o curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Engenharia Agrícola na UFV, na área de Construções Rurais e Ambiência.

Atualmente é Professor Assistente I, no Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Alegre.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
2.1. Objetivos específicos.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1. Panorama da Avicultura Brasileira.....	4
3.2. Caracterização arquitetônica das instalações avícolas brasileiras.....	5
3.3. Ambiência para Frangos de Corte.....	8
3.3.1. Conforto Térmico Animal.....	9
3.3.1.1. Fatores ambientais que afetam o conforto animal.....	10
3.3.1.2. Índices de conforto térmico.....	21
3.3.1.3. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).....	21
3.3.1.4. Índices de desempenho zootécnico.....	23
3.4. A energia elétrica e a avicultura.....	24
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1. Caracterização dos galpões.....	27
4.2. Caracterização do sistema de manejo.....	28
4.3. Tratamentos avaliados.....	30
4.4. Instrumentos e sistemas de medições para caracterizar o ambiente térmico.....	34
4.5. Indicadores para caracterizar o ambiente térmico externo dos galpões.....	34
4.6. Indicadores para caracterizar o ambiente térmico interno dos galpões.....	35
4.7. Instrumentos, medição e indicadores para caracterizar a qualidade do ar... ..	39
4.8. Avaliação do desempenho produtivo das aves.....	39
4.9. Consumo de lenha utilizado no sistema de aquecimento.....	41
4.10. Análise estatística.....	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
5.1. Índice de Conforto Térmico Ambiente.....	45
5.1.1. Primeira Semana de Vida das Aves.....	45
5.1.2. Segunda Semana de Vida das Aves.....	51
5.1.3. Terceira Semana de Vida das Aves.....	56
5.2. Qualidade do Ar.....	62
5.2.1. Análise da Concentração de Amônia.....	63
5.2.2. Análise da Concentração de Dióxido de Carbono.....	65
5.2.3. Análise da Concentração de Monóxido de Carbono.....	68
5.2.4. Análise da Concentração de Oxigênio.....	69
5.3. Avaliação do desempenho das aves.....	70
5.3.1. Consumo de Ração.....	71
5.3.2. Peso Vivo.....	73
5.3.3. Ganho de Peso.....	74
5.3.4. Conversão Alimentar.....	75
5.3.5. Mortalidade.....	76
5.4. Consumo do combustível utilizado no sistema de aquecimento.....	77
6. CONCLUSÕES.....	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Localização geográfica do município de Viçosa – MG.....	26
Figura 2 – Situação e Orientação dos galpões avícolas integrados à indústria Pif-Paf Alimentos S/A, utilizados na pesquisa.	27
Figura 3 – Vista em perspectiva de um dos galpões avícolas utilizados no experimento.	27
Figura 4 – Detalhes Construtivos de um dos galpões avícolas utilizados no experimento.....	28
Figura 5 – Pinteiro (a) no primeiro dia de vida e (b) no segundo dia de vida.....	29
Figura 6 – Material isolante (Polietileno Extrudado) empregado no pinteiro do galpão 1..	30
Figura 7 - Isolamento das paredes do Galpão 01 no sentido longitudinal (a) e transversal(b).	31
Figura 8 - Isolamento das paredes do Galpão 02 no sentido longitudinal (a) e transversal (b).	32
Figura 9 - Exaustores usados no sistema de ventilação mínima por pressão negativa.....	32
Figura 10 - Abrigo meteorológico instalado entre os dois galpões.....	35
Figura 11 - Sensores e instrumentos: a) Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar; b) Termoanemômetro; c) Globo Negro e d) Temperatura do Ar.	36
Figura 12 – Croqui (corte transversal do galpão experimental – ponto de coleta dos dados no interior das instalações).	37
Figura 13 – Croqui galpão experimental (esquema da disposição dos instrumentos (sensores), no interior das instalações).	38
Figura 14 - Instrumentos de medição da qualidade do ar.	39
Figura 15 - Carrinhos utilizados para distribuir a ração.	40
Figura 16 - Fornalha utilizadas para aquecimento do galpão.....	42
Figura 17 - Leira completa com lenha (a) e leira após uma semana de uso (b).	43
Figura 18 - Valores médios de temperatura do ar (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais. ...	47
Figura 19 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamento PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais.	49
Figura 20 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais.	50
Figura 21 - Valores médios de temperatura (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a segunda semana de vida dos animais.	54
Figura 22 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a segunda semana de vida dos animais.	55
Figura 23 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a segunda semana de vida dos animais.	56
Figura 24 - Valores médios de temperatura do ar (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamento PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais.	59

Figura 25 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais ...	60
Figura 26 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais.	61
Figura 27 - Médias da concentração de amônia (NH ₃), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.	64
Figura 28 - Médias da concentração de dióxido de carbono (CO ₂), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.	66
Figura 29 - Médias da concentração de monóxido de carbono (CO), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.....	68
Figura 30 - Médias da concentração de oxigênio (O ₂), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.....	70
Figura 31 – Consumo de ração no período experimental.	72
Figura 32 – Peso vivo das aves durante o período experimental.	73
Figura 33 – Ganho de Peso das aves durante o período experimental.	75
Figura 34 – Conversão alimentar das aves durante o período experimental.....	75
Figura 35 – Taxa de Mortalidade durante o período experimental.....	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de temperatura ambientes consideradas confortáveis para pintinho.	11
Tabela 2 - Faixas de temperatura ambientes consideradas confortáveis para pintinhos até a terceira semana de vida das aves.	12
Tabela 3 – Faixas de velocidade do ar para o período inicial da vida das aves.	19
Tabela 4 - Propriedades do material isolante (Polietileno Extrudado).	30
Tabela 5 - Programação do período de funcionamento do sistema de ventilação mínima para o sistema de pressão negativa para fase de aquecimento.	33
Tabela 6 - Programação de luz utilizado nos tratamentos experimentais.	33
Tabela 7- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC, e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a primeira semana de vida das aves.	45
Tabela 8 - Valores médios de temperatura do ar (Ta) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC.	46
Tabela 9- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a segunda semana de vida das aves.	51
Tabela 10 - Valores médios de temperatura do ar (Ta), Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC.	52
Tabela 11- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a terceira semana de vida das aves.	57
Tabela 12 - Valores médios de temperatura do ar (Ta) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC para a terceira semana de vida das aves.	57
Tabela 13 - Resumo da análise de variância referente à primeira semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO ₂) e oxigênio (O ₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.	62
Tabela 14 - Resumo da análise de variância referente à segunda semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: amônia (NH ₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO ₂) e oxigênio (O ₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.	62

Tabela 15 - Resumo da análise de variância referente à terceira semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: amônia (NH ₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO ₂) e oxigênio (O ₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.	63
Tabela 16- Valores de concentrações médias semanais de CO ₂ , para os três horários de estudos nos tratamento PMI e PCC.	66
Tabela 17- Valores médios semanais de desempenho animal durante o período experimental.....	70
Tabela 18 - Resumo da análise de variância referente ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação ao Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP), Conversão Alimentar (CA) e Taxa de Mortalidade (TM), durante o período experimental, com respectivo coeficiente de variação.	71
Tabela 19-Valores de peso vivo para a respectiva densidade utilizada e produção obtida ao final dos 42 dias de vida das aves.	74
Tabela 20- Consumo de lenha de eucalipto durante fase experimental.	77
Tabela 21 - Custo por kg de carne de frango produzido em cada galpão (Com e sem isolamento).....	78
Tabela 22 - Custo por kg de carne de frango produzido em função do sistema de aquecimento e isolamento.	79

RESUMO

PAULA, Marcos Oliveira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2009. **Isolamento térmico de aviários e seus efeitos na qualidade do ar interior, consumo de energia e desempenho produtivo de frangos de corte.** Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Coorientadores: Fernando da Costa Baêta, Cecília de Fátima Souza e Richard Stephen Gates.

Devido às condições climáticas, sem grandes amplitudes térmicas, típicas dos climas tropicais e subtropicais, o Brasil e a América Latina em geral, adotaram uma tipologia de alojamentos predominantemente abertos e sem isolamento térmico. No entanto, verifica-se que a falta de isolamento térmico nas instalações abertas é um complicante sério no acondicionamento do ambiente nos períodos noturnos, especialmente no inverno e nas fases iniciais da vida dos animais, quando estes demandam faixas de temperaturas mais elevadas para seu conforto térmico. O não isolamento térmico dos aviários de frangos de corte dificulta a manutenção do calor interno nas instalações, principalmente na fase inicial de criação (que varia de 1 a 15-21 dias de idade). Desta forma, a presente investigação foi realizada com o objetivo de avaliar o emprego de um sistema de isolamento térmico de pinteiro (Poliestireno Extrudado - XPS - Formular AGTEK) fabricadas pelo processo Hidrovac exclusivo da empresa Owers Corning), visando à minimização das perdas térmicas, redução de gastos energéticos, melhoria ambiental, qualidade do ar, e conseqüentemente, avaliar a influência desses fatores no desempenho produtivo de frangos de corte durante toda a sua vida produtiva e no momento do abate. O experimento foi conduzido durante o inverno de 2009, em galpões avícolas comerciais, pertencentes à empresa PIF-PAF, instalados na cidade de Viçosa-MG. Para os tratamentos estudados: pinteiro com vedação convencional em cortina de polietileno (PCC) e pinteiro com vedação com material isolante (PMI), mediu-se diariamente os seguintes elementos ambientais: temperatura do ar, umidade do ar, velocidade do vento e qualidade do ar. Avaliou-se ainda, o desempenho produtivo das aves e o consumo de combustível utilizado no sistema de aquecimento. Com base nos resultados encontrados para as variáveis

climáticas e índices de conforto térmico durante a primeira fase, observou-se os dois tratamentos foram capazes em manter as aves em condições de conforto térmico no interior dos galpões. No entanto, o tratamento PMI foi o mais eficiente. De um modo geral, as concentrações de amônia, de dióxido e monóxido de carbono e oxigênio, mensuradas no interior dos dois tratamentos durante a primeira fase foram inferiores àquelas consideradas de risco à saúde das aves, à exceção do CO₂ detectados durante a madrugada e a noite, que ultrapassou os limites recomendados para as aves na segunda e terceira semana de idade. No que diz respeito ao desempenho animal das aves, pode-se inferir que os tratamentos proporcionando uma boa produção, em kg de ave m⁻². No entanto, a produção no tratamento PMI foi superior ao tratamento PCC. A fornalha do tratamento PMI consumiu menos lenha de eucalipto na primeira, segunda e terceira semana, respectivamente, quando comparada com o tratamento PCC. No entanto a utilização do material isolante causou um escurecimento no interior da instalação, sendo necessária à permanência das luzes acesa por um intervalo de tempo maior, o que ocasionou um aumento no consumo energético, que pode ser sanado com o manejo das placas utilizadas no sistema de isolamento durante o dia.

ABSTRACT

PAULA, Marcos Oliveira de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, December, 2009. **Thermal insulation of poultry houses and its effects on indoor air quality, energy consumption and productive performance of broilers chickens.** Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-Advisers: Fernando da Costa Baêta, Cecília de Fátima Souza and Richard Stephen Gates.

Brazil, and in general Latin America, has adopted a predominantly open housing typology without thermal isolation due to its climatic conditions which show no large temperature fluctuations typical of tropical and subtropical climates. However, it was verified that the lack of thermal insulation in open installations presents serious complications in maintaining the environment during nocturnal conditions, especially during winter and initial phases of animal life, when higher temperature ranges are required for their thermal comfort. Therefore, the objective of the present investigation was to evaluate the installation of a hatchery thermal installation system (Extruded Polystyrene – XPS, fabricated by the Hidrovac process, exclusive to Owens Corning), with the aim of minimizing thermal losses, reduction of energetic expenses and environmental improvement, including air quality and consequently, influence of these factors on the production performance of broiler chickens. The experiment was conducted during the winter of 2009, in commercial poultry houses belonging to the PIF-PAF Company, located near the city of Vicosa, MG, Brazil. For the studied treatments: hatchery with conventional polyethylene curtains (PCC) and hatchery with insulated curtains (PMI), daily measurements were taken of the following environmental elements: temperature, humidity of the air, wind speed and air quality. Production performance of the birds was also evaluated as well as wood consumption used in the heating system. Based on the encountered results for the climatic variables and thermal comfort indices during the first phase, it was observed that the two treatments were able to maintain thermal comfort of the birds inside the installations; however, the PMI treatment was more efficient. In general, concentrations of ammonia, carbon dioxide, carbon monoxide and oxygen, measured inside the installations of the two

treatments during the first phase were less than those considered to be a risk to the birds, and exception to this was the concentration of CO₂ detected at night and dawn, which surpassed the recommended limits for birds in the second and third weeks of life. With regard to animal performance of birds, can be inferred that the treatment provides a good yield in kg of bird.m⁻². However, production in the PMI treatment was more to the PCC. The furnace treatment PMI consumed less wood plantations in the first, second and third weeks, respectively, when compared with the treatment PCC. However, the use of insulation caused a blackout inside the plant, being necessary to the permanence of the lights by accessing a longer period of time, causing an increase in energy consumption, which can be remedied with the handling of the plates used in the system isolation during the day.

1. INTRODUÇÃO

A produção de frangos de corte apresentou aumento significativo nos últimos 35 anos, com crescimento produtivo superior aos verificados pelas indústrias de produção de carnes bovina e suína. Enquanto países das Américas do Norte e Central e a Europa perdem mercados, China e Brasil se consolidam como líderes de produção na Ásia e América do Sul, e disputam a primeira e segunda posição no ranking mundial de produção de frangos de corte.

No Brasil, a produção de frangos de corte, vem sendo incrementada ano a ano, tornando o Brasil o maior exportador mundial no ano de 2004 e apresentando surpreendente desenvolvimento do ponto de vista econômico. Atualmente o Brasil supera seu maior competidor, os EUA, ainda que as exportações de ambos se mantenham muito próximas. Além da competitividade entre os maiores exportadores mundiais de frango, para o Brasil, a oscilação cambial é igualmente um forte fator de pressão sobre os preços mínimos frente ao custo de produção de frangos, ocasionando momentos em que os produtores não podem cobrir seus custos operacionais (VALE, 2008).

Além de um mercado competitivo, existem outros fatores inerentes ao sistema avícola brasileiro de criação de aves que podem influir nos custos de produção, destacando-se entre estes o ambiente de criação das aves. O ambiente inadequado, especialmente sob o aspecto térmico e de qualidade do ar, é potencialmente estressante as aves, causando transtornos no seu metabolismo, tais como queda de imunidade, doenças, altas taxas de mortalidade, diminuição dos índices de produtividade, perda da qualidade da carne e, conseqüentemente, prejuízos para o produtor.

Na tentativa de solucionar essas questões de ambiência, os aviários atualmente estão aparelhados com equipamentos de climatização tais como: exaustores, nebulizadores, sistemas de aquecimento a lenha ou infravermelho a gás, com painéis de controle nos quais são programadas a temperatura e umidade do ar para cada idade dos frangos, além de cortinado, forração, comedouros automáticos e bebedouros tipo nipple.

Entretanto, com o incremento dos sistemas de climatização, visando o bem-estar animal, promove um aumento no consumo de energia, a qual é um fator considerado no preço final da carne de frango.

No entanto, o Brasil e a América Latina em geral, devido às condições climáticas, sem grandes amplitudes térmicas, típicas dos climas tropicais e subtropicais, adotaram uma tipologia de alojamentos predominantemente abertos e sem isolamento térmico e priorizaram pesquisas voltadas para aliviar o estresse por calor e o emprego de sistemas de acondicionamento térmico do ambiente bem como concepções arquitetônicas dos alojamentos voltados à promoção do arrefecimento térmico. Entretanto, verifica-se que a falta de isolamento térmico nas instalações abertas é um complicante sério no acondicionamento do ambiente nos períodos noturnos, especialmente no inverno e nas fases iniciais da vida do animal, quando estes demandam faixas de temperaturas mais elevadas para seu conforto térmico. Este não isolamento térmico dos aviários de frangos de corte dificulta a manutenção do calor interno nas instalações, principalmente na fase inicial de criação (que varia de 1 a 15-21 dias de idade).

Conseqüentemente, o gasto energético dos sistemas de aquecimento é muito alto forçando os avicultores a buscarem um difícil equilíbrio entre cinco variáveis: economia de energia, manutenção das taxas de ventilação mínima, conservação do calor, conforto térmico e bem estar animal, o que muitas vezes leva a baixa qualidade do ar e ou baixa qualidade térmica. Em ambos os casos, o desempenho dos animais e/ou custo de produção podem ser drasticamente modificados.

Vale ressaltar que a adequação da empresa na tentativa de conservar e racionalizar a energia significa contribuir para a melhoria e qualidade do uso da mesma, com conseqüente redução dos custos operacionais e tarifários, melhoria do conforto e benefícios que ela proporciona ao desempenho dos planteis e bem estar dos animais.

2. OBJETIVO

Diante do exposto, a presente investigação foi realizada com o objetivo de avaliar o emprego de um sistema de isolamento térmico de pinteiro, visando à minimização das perdas térmicas, redução de gastos energéticos e melhoria ambiental térmico, qualidade do ar, e conseqüentemente, a influência desses fatores no desempenho produtivo de frangos de corte durante toda a sua vida produtiva e no momento do abate, em condições de inverno, em galpões avícolas comerciais da empresa PIF-PAF.

2.1. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar o sistema de ventilação mínima na renovação do ar ambiente, qualidade térmica e conforto térmico das aves na fase de pintinhos;
- ✓ Diagnosticar a qualidade do ar ao nível dos animais;
- ✓ Analisar o desempenho produtivo dos animais, criados em aviários isolados termicamente na fase de aquecimento;
- ✓ Analisar o consumo da lenha utilizada nas fornalhas durante o período de aquecimento das aves na fase de pintinhos.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Panorama da Avicultura Brasileira

Até o final da década de 1950, a avicultura no Brasil era uma atividade básica de subsistência que dispunha de poucos recursos para seu desenvolvimento, além de não possuir bases empresariais. No início da década de 1960, quando se iniciaram as importações de linhagens híbridas norte-americanas de frangos, mais resistentes e produtivas, os padrões de manejo e alimentação foram se alterando gradativamente. Na década de 1970 a indústria de frangos brasileira cresceu em média 12% ao ano, sendo que os principais investimentos ocorreram na região Sul, uma região de grande produção de milho e de crescente produção de soja (VIEIRA & DIAS, 2005).

Face à retração do mercado interno, decorrente da recessão generalizada na economia brasileira, a primeira metade dos anos de 1980 foi o único período de baixo crescimento da produção, compensado, entretanto, pelo crescimento das exportações. Visando atender às crescentes exigências dos importadores, as empresas exportadoras brasileiras passaram a investir em melhoria na genética, em novas tecnologias e em processos que aumentassem a eficiência de toda a cadeia produtiva (VIEIRA & DIAS, 2005).

Entre 1990 e 2003, a produção mundial de carnes cresceu 34 %, enquanto a carne de frango continuou apresentando o melhor desempenho com 61 % de aumento, seguida da carne suína com 29 %. Em 2008, a avicultura brasileira encerrou o ano com uma produção estimada de 11 milhões de toneladas de carne de frango. Desse total, 3,8 milhões de toneladas foram para exportação — com crescimento no volume em 7,55% e 16,25% respectivamente, se comparado com o ano de 2007, atingindo uma receita cambial de mais de 7 bilhões de dólares, o que corresponde a uma participação de 40% do mercado mundial (GOUTHIER, 2008).

Neste segmento, em especial, há uma expectativa de crescimento – considerando análises da UBA e da ABEF - em torno de 5% das exportações brasileiras e de 3% no consumo interno, levando-se em consideração o crescimento vegetativo de 1,5% da população.

3.2. Caracterização arquitetônica das instalações avícolas brasileiras

A avicultura industrial brasileira é a atividade que possui o maior e mais avançado acervo tecnológico dentre o setor agropecuário brasileiro. A vasta extensão territorial do Brasil implica em uma diversidade de climas que evidencia a necessidade da identificação dos diversos tipos de instalação avícola que seja ideal no combate ao estresse por calor ou frio, pois cada região climática impõe uma exigência própria de arranjos com vistas ao conforto térmico (GUIMARAES, 2009).

Para TINÔCO (2001), só na última década, a indústria avícola brasileira passou a buscar nas instalações e no ambiente as possibilidades de melhoria no desempenho das aves e na redução de custos de produção, como forma de manter a competitividade.

Para SILVA et al. (1990), mais de 50% do investimento na criação de frangos de corte estão concentrados nas instalações, por isso elas devem ser economicamente viáveis e termicamente confortáveis para os animais, levando-se em consideração fatores como aptidão climática, materiais e técnicas de construção. Segundo TINÔCO et al. (2002), modificações como alteração na altura do pé-direito, aberturas laterais, arborização e ventilação natural e/ou artificial estão sendo implementadas com vistas à melhoria do conforto térmico das instalações para produção animal.

Segundo TINÔCO, 1996; MORAES et al., 1999 e MOURA, 2001), o eixo longitudinal do galpão em climas quentes deve ser orientado na direção leste-oeste, o qual propicia às aves melhor conforto térmico. O afastamento entre aviários deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural dos outros, e esse afastamento deve ser 10 vezes a altura da construção ou, no mínimo, 30 m entre si (TINOCO,

2001). Para BAÊTA (1995), a largura do galpão tem grande influência no condicionamento térmico interior e em seu custo, existindo tendência mundial de se projetarem galpões com 12 m de largura por 125 m de comprimento, com vistas a otimizar o uso de equipamentos modernos. O pé-direito das instalações varia em função da ventilação natural desejável e quantidade de radiação solar incidente no interior da instalação. Para galpões com 10 a 12 m de largura e 50 a 120 m de comprimento, PERDOMO (2001) e MOURA (2001) recomendam altura mínima de 3 m de pé-direito.

A mureta deve ter a menor altura possível, aproximadamente 0,2 m, permitindo a entrada do ar no nível das aves, evitando a entrada de água de chuva e que a cama seja arremessada para fora do aviário (TINÔCO, 1998). Entre o bordo da mureta e o telhado, deve ser colocada uma tela de arame à prova de pássaros e insetos (TEIXEIRA, 1997), como também a instalação de cortinas para evitar penetração de sol e chuva e controlar a ventilação no interior do aviário.

As cortinas são instaladas nas laterais, pelo lado de fora, devem ser fixadas para possibilitar ventilação diferenciada para condição de inverno e verão. Nos primeiros dias de vida das aves, é comum o uso de sobrecortinas em regiões frias para auxiliar a cortina propriamente dita. A sobrecortina deve ser fixada na parte interna do aviário, de tal forma que sobreponha a tela, evitando a entrada de correntes de ar e que dificultem a perda de calor durante este período. É também prática comum reservar 2/3 a partir do centro às extremidades do aviário para alojamento dos pintinhos, que são separados com divisórias de lona com o objetivo de diminuir o volume de ar a ser aquecido. O uso de estufa, que consiste de cortinas instaladas nas laterais e na parte superior da área destinada ao alojamento dos pintinhos, nos primeiros 21 dias de idade das aves, tem se mostrado econômico, permitindo a retenção de calor emitido pelos sistemas de aquecimento, redução da mortalidade por ascite e desuniformidade do lote (ABREU & ABREU, 2000).

O desempenho dos aviários no período do frio ainda pode ser melhorado com o uso de isolantes térmicos com a finalidade de diminuir os efeitos da temperatura externa no interior do aviário, com a inclusão

destes materiais na forma de cortinas, sobre as telhas (poliuretano) ou sob as telhas (poliuretano, poliestireno extrudado, eucatex, lã de vidro ou similares). O isolamento térmico é, geralmente, o meio mais eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais de edificações em geral. Cabe salientar que o material de construção adequado, pode provocar um isolamento térmico desejável (ESMAY, 1982).

Segundo NÄÄS et. al. (2001), o material isolante reduz a taxa na qual o calor é transportado de um lugar para outro. As instalações isoladas têm as seguintes propriedades: em dias frios, as paredes de isolamento impedem que o calor interno se transporte para fora; já em dias quentes, as paredes impedem que todo o calor externo passe diretamente para o interior da instalação.

Outro fato importante durante a fase inicial é o acondicionamento térmico das aves. O aquecimento é fundamental no início da vida e dele depende o bom desenvolvimento das aves. No inverno esse item merece atenção redobrada, pois além da necessidade de suprir a diferença existente entre a temperatura ideal para os pintos e a temperatura ambiente, é necessário estar atento para controlar a temperatura dentro do aviário nas horas em que a temperatura externa aumenta, principalmente em regiões de amplitudes térmicas elevadas. Segundo ABREU (2003) e RONCHI (2004), os sistemas para aquecimento mais utilizados no setor avícola, de acordo com a disponibilidade da fonte energética de alimentação, têm sido o sistema com aquecedores a gás e o sistema com aquecedores à lenha. Esses autores complementaram dizendo que, ao escolher um sistema de aquecimento, devem ser levados em consideração a capacidade de produção de calor e os benefícios que o sistema trará para a qualidade do ar do interior dos galpões.

O controle dos sistemas de aquecimento pode ser realizado manualmente, ou automaticamente com sistemas eletrônicos, e o melhor indicativo de conforto das aves está no seu comportamento. Quando há afastamento das aves da fonte de calor indica excesso de calor emitido pelo sistema. Quando há aglomeração das aves em determinado local é indicativo de corrente de ar. Se existe muita aglomeração, isso é indício da necessidade de mais aquecimento. Como condição ideal de

comportamento, as aves permanecem uniformemente distribuídas na região de aquecimento. Se apresentarem asas e pescoço estendidos ou bicos abertos é sinal de aquecimento elevado. No inverno não se deve tirar totalmente o aquecimento antes do 21º dia. O sistema de aquecimento deve permanecer instalado e em condições de uso para qualquer emergência, principalmente nas regiões mais ao sul do Brasil, onde deve ser mantido dessa maneira até a quarta semana (ABREU & ABREU, 2000).

3.3. Ambiência para Frangos de Corte

Quando se fala em ambiência, é esperado o entendimento do ambiente onde o animal vive. O ambiente é o conjunto de tudo que afeta a constituição, o comportamento e a evolução de um organismo. De acordo com BAËTA e SOUZA (1997), a qualidade do ambiente interno de uma instalação para animais depende das características construtivas, dos materiais de construção, da espécie, número e manejo dos animais presentes. Segundo TINÔCO (2004), a modificação da concepção arquitetônica e dos materiais de construção é uma forma de alterar o ambiente das instalações zootécnicas e controlar a influência dos fatores climáticos.

Para SOUSA (2002), a preocupação em fornecer um ambiente confortável requer o conhecimento dos fatores que definem esta adequação ambiental. São assim necessárias informações que orientem a compreensão das respostas produtivas dos animais sujeitos a um espaço restrito.

HELLMEISTER FILHO et al. (2003) declaram que, em um sistema de criação, o bem-estar e a saúde do animal devem ser considerados como critérios principais, pois a produção depende diretamente desses fatores.

De acordo com o Farm Animal Welfare Council's (FAWC, 1992) citado por MENEGALI (2009), os cinco níveis de bem-estar dos animais domésticos são: estar livre de fome, sede ou má-nutrição; estar livre de

desconforto; estar livre de dor, injúria ou doença; estar livre para expressar seu comportamento normal; estar livre de medo e estresse.

3.3.1. Conforto Térmico Animal

O conforto térmico no interior dos alojamentos é um fator altamente importante, já que as condições climáticas inadequadas afetam consideravelmente a produção animal. Tanto o excesso de frio, como e principalmente o excesso de calor, reverte em uma menor produtividade animal, podendo levar a altos valores de perdas no lote (ARADAS, 2001).

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

MOURA (2001) afirmou que, garantidas as demais condições relacionadas a genética, sanidade, nutrição e manejo, a produtividade ideal, na avicultura de corte, só pode ser obtida pela ave quando está é submetida à temperatura efetiva adequada, sem nenhum desperdício de energia, tanto para compensar o frio, como para acionar seu sistema de refrigeração. Ressaltou ainda que a temperatura efetiva não se refere unicamente à temperatura ambiental, mas à combinação dos efeitos da temperatura de bulbo seco, umidade relativa, radiação solar e velocidade do vento.

As aves jovens, até 15 dias após o nascimento, não têm seu sistema termorregulador totalmente desenvolvido e necessitam de uma fonte externa de calor para manutenção da temperatura ambiente em aproximadamente 35°C, tornando sua temperatura corporal constante entre 39°C e 40°C (YAHAV, 2002)

Com o desenvolvimento do sistema termorregulador e o aumento das reservas energéticas a temperatura crítica superior da ave passa de 35°C para 24°C em quatro semanas, chegando a 21°C na sexta semana

de vida, já próximo ao abate. Nessa fase, a temperatura interna corporal (núcleo básico) dos frangos adultos na zona termoneutra é de 41°C. Sob temperaturas ambientais maiores que 32°C e taxas superiores a 75% de umidade relativa às aves são severamente estressadas (MACARI et. al, 2001).

3.3.1.1. Fatores ambientais que afetam o conforto animal

O clima é o fator mais importante a ser considerado na criação dos animais de produção. As adversidades climáticas alteram as condições fisiológicas e ocasionam o declínio na produção animal, principalmente no período de menor disponibilidade de alimentos.

Segundo DINTEM (2005), dentre os fatores ambientais que afetam o conforto das aves tem-se a temperatura, a ventilação, a iluminação e a umidade. Os efeitos conjuntos das temperaturas elevadas e de uma ventilação deficiente são os fatores que mais interferem na elevação do estresse em frangos de corte, o que ocasionam alterações na cor e na textura da carne, interferindo decisivamente em sua qualidade.

a. Temperatura e Umidade

O melhor indicador das condições de conforto térmico em um ambiente de criação é o próprio comportamento do animal. É este quem aponta, com seu comportamento alterado, a necessidade de adequação das condições térmicas do sistema de aquecimento ou resfriamento do ambiente. Aglomerações, por exemplo, podem indicar necessidade de melhor aquecimento; espaços vazios e/ou bicos abertos, aumento da taxa respiratória, pescoços e asas estendidas indicam um sobre-aquecimento (ABREU, 2003).

Temperaturas baixas e fora da faixa de conforto, principalmente em período de inverno, nos primeiros dias de vida das aves podem resultar em

menor ganho de peso, que dificilmente será recuperado nas fases de crescimento e engorda, além de promover uma não-uniformidade do lote.

Aves recém-nascidas, de acordo com MACARI et. al. (1996) e ALBINO (1998), não possuem capacidade de termorregulação desenvolvida, o que somente ocorre de 10 a 15 dias após o nascimento, necessitando, portanto, de cuidados extras e de fonte externa de calor para manter a temperatura corporal constante, ao redor de 41 °C.

Nesse sentido, FURLAN (2006), em experimento conduzido com pintinhos criados em temperaturas ambientais de 35, 25 e 20 °C, observou que aqueles criados em temperaturas abaixo da zona de conforto (20 °C) tiveram consumo de ração menor do que aqueles em temperaturas de conforto (35 °C). Salienta-se que esse efeito foi mais acentuado a partir do 3º dia de idade das aves, possivelmente porque até essa idade os pintinhos têm reservas contidas no saco vitelino. Também, observou-se agregação dos animais, objetivando reduzir a perda de calor para o meio. Assim, presume-se que, quanto menor a temperatura ambiente, maior o tempo em que as aves permanecerão agregadas e, com isso, menores o número de idas ao comedouro. Os mesmos efeitos foram verificados quanto ao consumo de água.

FRANCO & FRUHAUFF (1997) relataram que o conforto térmico nas primeiras semanas tem a importância de diminuir o efeito das variações térmicas do ambiente sobre o aparelho respiratório dos pintos, uma vez que o ar com baixa temperatura deverá ser aquecido nas vias respiratórias, para que a troca gasosa nos pulmões seja eficiente.

A tabela 1 a seguir, adaptada de vários autores, mostra as faixas de temperatura ambiente consideradas confortáveis para as aves, para cada faixa etária.

Tabela 1 - Faixas de temperatura ambientes consideradas confortáveis para pintinho.

Idades (semanas)	Faixas de temperatura confortáveis
1	30 – 33
2	29 – 31
3	27 – 29

Idades (semanas)	Faixas de temperatura confortáveis
4	25 – 26
5	22 – 23
6	21

Fonte: CONY; ZOCHE, 2004.

Segundo ÁVILA (2004) e MENEGALI (2009) as faixas de temperatura ambiente consideradas confortáveis ao nível das aves são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Faixas de temperatura ambientes consideradas confortáveis para pintinhos até a terceira semana de vida das aves.

Idades (semanas)	Faixas de temperatura confortáveis
1	34 – 32
2	32 – 28
3	28 – 26

JULIAN (2004) estudou a temperatura ambiental associada ao metabolismo para aves jovens, reafirmando que, quando a temperatura ambiental torna-se crítica, pode ocasionar o aumento da mortalidade no lote.

A umidade relativa do galpão é função da temperatura ambiente, do fluxo de vapor de água que entra no galpão pelo sistema de ventilação e da quantidade de vapor de água proveniente dos frangos e da cama. Segundo BAIÃO (1995), o valor de umidade relativa do ar não pode ultrapassar 80%, de forma a não prejudicar a perda de calor das aves por via evaporativa.

Segundo AGROCERES (1997), a umidade relativa deve permanecer em torno de 50-70%, condição apropriada para manter uma boa qualidade de cama sem que se torne muito seca ou emplastada. Quando a UR cai abaixo de 50% durante os primeiros dias é necessário tomar medidas para aumentá-la, a fim de evitar que os pintinhos se desidratem.

Se a umidade relativa do ar ambiente for muito baixa (abaixo de 30%), existe uma alta produção de poeira e um aumento do número de microorganismos em suspensão juntamente com material particulado, o que pode aumentar a susceptibilidade a doenças respiratórias, principalmente entre a primeira e da segunda semana de vida dos pintinhos (BAIÃO, 1995).

Segundo TEIXEIRA (2002), ambientes com elevada umidade relativa, além de reduzir o processo evaporativo de dissipação de calor, provoca umedecimento da cama aviária, proliferando microrganismos patogênicos e o conseqüente aparecimento de doenças.

Segundo FREIRE (1997), para os frangos de corte o valor da umidade deve ficar entre 40 e 90%, sendo que no inverno deve-se evitar que atinja níveis muito elevados pois pode provocar o umedecimento excessivo da cama dos galpões levando a problemas entéricos e respiratórios. Ao contrário, umidade relativa inferior a 40% torna a cama seca e poeirenta, causando espirros e tosse nas aves. A umidade relativa do ar pode ser controlada com boa ventilação e correto manejo das cortinas,

b. Qualidade do ar

Segundo NÄÄS et. al. (2001), do ponto de vista de ambiência aérea, poder-se-ia definir o ambiente interno ideal, como aquele que permite, com equilíbrio e harmonia entre tipologia, termodinâmica e velocidade de ar, uma qualidade de ar com condições ótimas de salubridade para os trabalhadores e iguais condições para os animais alojados.

O ar é fonte de oxigênio para o metabolismo de qualquer espécie animal, além de ser ótimo veículo de dissipação do excedente de calor, do vapor d'água, dos gases provenientes dos animais e da decomposição dos dejetos, da poeira liberada pela cama e outros.(FURLAN, 2006; TINÔCO, 2004).

HINZ & LINKE (1998) apontam que a distribuição de poluentes aéreos nas instalações para criação de animais depende dentre outros fatores, da tipologia do abrigo, 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.

Entre os gases mais comumente encontrados nos aviários, e que tem efeitos negativos sobre o bem-estar e conseqüentemente, produção animal, pode-se destacar a amônia (NH_3), dióxido ou gás carbônico (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4) e gás sulfídrico (H_2S) (CURTIS, 1983). No caso das instalações para frangos de corte, a NH_3 , o CO_2 e o CO têm sido os gases mais significativos.

✓ Amônia

Um dos poluentes aéreos freqüentemente encontrado em altas concentrações nos aviários é a amônia (SAINSBURY, 1981). A amônia, gás incolor de odor acre, mais leve que o ar e solúvel em água, é produzida durante a degradação biológica do esterco, juntamente com ácido sulfídrico (H_2S), metano (CH_4) e gás carbônico (CO_2). Outros gases se formam no processo de decomposição dos resíduos dos animais, tais como aminas, amidas, alcoóis, 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.

Para GROOT KOERKAMP et. al. (1998), esta reação de degradação envolve cerca de 8 a 40% do total de ácido úrico produzido pelas aves por dia, no caso de produção de frangos de corte.

Alguns fatores como temperatura, pH e umidade da cama-de-frango exercem influência sobre esta reação (ELLIOT & COLLINS, 1982) e devem ser avaliados em estudos sobre qualidade do ar dentro dos ambientes de produção. BAIÃO (1995) determina alguns valores de influência para o aumento na reação de degradação dadas pelo aumento na temperatura, principalmente entre 25° e 30°C; pH maiores que 5,5, sendo ideal o pH 9,0 (alcalino); e teor de umidade da cama-de-frango variando entre 40 e 60%.

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; constrictão brônquica, para potencializar o efeito da hiperventilação; e hiperplasia do epitélio de brônquios e alvéolos, especialmente de células produtoras de muco. A mortalidade ciliar é sensível à hiperplasia do epitélio ocorrendo redução nos movimentos. Normalmente, este quadro é reversível, mas em concentrações extremamente elevadas, as lesões podem chegar aos pulmões, atingindo o epitélio alveolar e causando dificuldade respiratória, tosse, edema e até lesões permanentes no órgão.

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

Estudos têm relatado o efeito da amônia sobre a redução no ganho de peso das aves em concentrações acima de 100 ppm. Perus expostos a

20 ppm de NH₃ por longo tempo, apresentaram problemas pulmonares após a 6ª semana quando comparados aos criados em ambientes livres deste gás e apresentaram-se mais susceptíveis ao vírus da Doença de Newcastle (HELLICKSON & WALKER, 1983).

WATHES et al. (2000) numa pesquisa com instalações para frango de corte no Reino Unido, detectaram concentrações de amônia que variaram entre 10 e 50 ppm, com uma média de 24,2 ppm. WATHES (1998) recomenda um nível máximo de amônia de 20 ppm nas instalações.

Segundo MACARI e FURLAN (2004) concentrações de amônia de 75 a 100 ppm têm reduzido em 15% tanto a produtividade de frangos de corte quanto a produção de ovos em poedeiras.

TERZICH et al. (1998) detectaram a ocorrência de ascite aparentemente relacionada aos níveis de amônia. Diante do exposto, pode-se afirmar que altas concentrações de amônia dentro das instalações para animais representam um risco potencial à saúde de humanos e animais.

MILHAS, BRANTON e LOTT (2004) avaliaram o impacto da concentração de amônia em aves. Durante o período de 0 a 4 semanas de idade, os animais foram expostos a diferentes níveis de amônia 0 (controle), 25, 50, e 75 ppm. Os autores observaram um peso médio final entre 6 e 9 % significativamente menor para os tratamentos com concentrações de 50 e 75 ppm de amônia, quando comparados com 0 ppm. O índice de mortalidade foi significativamente maior em ambientes a 75 ppm de amônia, quando comparado a ambientes com ausência do gás. O rendimento de carcaça por ave foi ligeiramente menor com a crescente exposição a amônia, embora este diferencial não tenha sido estatisticamente significativo. Este experimento demonstrou que concentrações elevadas de amônia inibem o desempenho das aves.

✓ **Dióxido de carbono ou gás carbônico (CO₂)**

O CO₂, gás inodoro presente no ar atmosférico em concentração média de 350 ppm, é produzido pelos próprios animais e pela queima de combustíveis em sistemas de aquecimento e em maior quantidade pela decomposição dos dejetos. De acordo com BAÊTA E SOUZA (1997), a produção de CO₂ pelo animal está diretamente relacionada com a sua produção de calor, sendo esta última função do peso do animal, do nível de alimentação e do ambiente térmico.

No interior das instalações, o CO₂ está presente devido ao processo metabólico dos animais e a processos biológicos. A concentração que normalmente ocorre nas instalações para aves é de 600 a 4.000 ppm, o que não afeta as aves nem o homem (ALENCAR et al., 2002).

De acordo com NADER et al. (2002), o CO₂ quando em concentração igual ou superior a 5.000 ppm causa, nos animais, aumento no ritmo respiratório e respirações mais profundas.

WATHES (1999) recomendou o limite máximo de 3.000 ppm de dióxido de carbono no caso de exposição contínua dos animais nas instalações. Já o limite de exposição para humanos, considerando-se 8 h em média, é de 5.000 ppm.

✓ **Monóxido de carbono (CO)**

O CO é um gás venenoso e inodoro que está presente em instalações para aves, principalmente na época fria, nas primeiras semanas de alojamento dos animais. Nesse ambiente, o gás pode surgir a partir da combustão incompleta de combustível devido ao ajuste irregular dos aquecedores e da ventilação inadequada.

Quanto à exposição aos gases, o CO (monóxido de carbono) resultante da queima incompleta do gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo, composto por propano e butano), pode causar anóxia e afetar os sistemas cardio-vascular, nervoso central e reprodutivo das aves, quando presente

em altas concentrações no ar. Segundo CAFÉ & ANDRADE (2000), o monóxido de carbono presente a 0,04 a 0,05% no ar, causa sintomas de intoxicação como sonolência, respiração laboriosa, incoordenação, opistótono, espasmos, convulsão e morte.

Um dos principais efeitos da intoxicação por CO se dá pela dificuldade das moléculas em carrear oxigênio, uma vez que o carbono compete com este na ligação com certas proteínas. Dessa forma, a intoxicação por CO conduz o animal à hipóxia (CURTIS, 1983).

O CIGR (1989) recomenda o limite máximo de exposição de 10 ppm de CO para os animais e o limite mínimo de O₂ é de 19,5%, sendo normalmente encontrado na composição do ar atmosférico a 20,9%.

c. Velocidade do ar

A velocidade do ar no interior de um alojamento vai depender do sistema de ventilação disponível (natural ou forçado), das dimensões e condições das aberturas e do projeto, entre outros.

SILVA E NÃÃS (2004) relataram que o mecanismo de movimentação de ar por ventilação do galpão ajuda não só a retirada de calor produzido pelas aves, como também melhora a dissipação de calor delas. Ainda segundo esses autores, dentro de certas situações a velocidade do ar de 2 m.s⁻¹ a 2,5 m.s⁻¹ pode corresponder a uma redução de 5 °C a 6 °C na temperatura ambiente. Essa movimentação de ar pode ser conseguida através de ventilação natural ou forçada.

As vantagens da ventilação natural são dispensar a energia elétrica e o baixo custo de implantação, mas apresenta desvantagens como não permitir o controle da taxa de renovação de ar, a necessidade de grandes aberturas para ventilação e, com isso, não possibilitar o controle da iluminação. Já com a ventilação forçada, pode-se controlar o ambiente quanto à taxa de renovação de ar e iluminação, porém, tem-se a desvantagem de ser completamente dependente da energia elétrica e ter um alto custo de implantação.

CONY E ZOCCHÉ (2004) relataram que a ventilação é necessária até mesmo durante o período de aquecimento, de forma que haja suficiente troca de ar para evitar o acúmulo de gases prejudiciais, como CO₂, CO e NH₃. A ventilação assim destinada é a ventilação mínima ou ventilação higiênica.

Segundo BARNWELL & WILSON (2005), a ventilação mínima é definida como a quantidade mínima de troca de ar exigida para manter o ambiente na instalação avícola em condições adequadas a saúde, bem-estar e eficiência produtiva das aves. Segundo TINÔCO (2004), nas regiões frias, a ventilação se deve exclusivamente a razões higiênicas, as quais estão ligadas a renovação e qualidade do ar interior.

Segundo CZARICK & FAIRCHILD (2007), para maximizar o desempenho das aves, a ventilação mínima deve manter a concentração de CO₂ abaixo de 5000 ppm, a umidade relativa em cerca de 60% e a concentração de amônia abaixo de 30 ppm.

Segundo Manuais da COBB (2008) e ROSS (2009), os valores de velocidades do ar considerados dentro dos limites aceitáveis para realizar a ventilação higiênica, na fase inicial da vida das aves, estão relacionada na Tabela 3.

Tabela 3 – Faixas de velocidade do ar para o período inicial da vida das aves.

Idades (semanas)	Velocidade do Ar (m.s⁻¹)
1	0,076 a 0,2
2	0,152 a 0,3
3	0,508
4	1,016
Acima de 28 dias	De acordo com a temperatura

Adaptado de: COBB (2008), ROSS (2009).

d. Iluminação

A iluminação do ambiente de criação das aves influi diretamente no controle da glândula pituitária sobre o sistema reprodutivo, podendo afetar o crescimento e a conversão alimentar.

O objetivo de um programa de luz é obter animais com maior ganho de peso, menor conversão alimentar, melhor qualidade de carcaça e redução da incidência de problemas locomotores (AVICULTURA INDUSTRIAL, 2003).

O fornecimento de luz, para frangos de corte, não somente durante o dia, mas também durante o período noturno, especialmente na fase inicial de criação, tem como finalidade permitir que as aves possam ingerir mais ração e água, melhorando o seu crescimento. Também ajudam na adaptação ao ambiente, nos primeiros dias de vida e no transcorrer do período de criação.

Segundo BUTOLO (2003), os programas de luz mais utilizados pelos produtores são o de luz contínua que fornece mais luz durante o período noturno e o de luz intermitente no qual são alternados períodos de luz com períodos de obscuridade. Para a utilização do primeiro programa aconselha-se que as aves tenham um breve período de escuro pelo menos uma hora, para se acostumarem com a falta de luz. Sendo assim, caso ocorra falta de energia, as aves, não se amontoarão evitando assim a morte por asfixia de muitas delas. O programa de luz intermitente, apesar de requerer a instalação de um temporizador, que sincronizará a alimentação com os períodos de luminosidade, tem a vantagem de economizar energia elétrica.

e. Ruído

O som pode ser definido como qualquer vibração ou conjunto de vibrações, ou ainda, ondas mecânicas que podem ser ouvidas. Quando o som é desagradável ou indesejável, é definido como ruído. Os efeitos nocivos gerados pela exposição ao ruído variam de acordo com o nível de exposição, frequência, nível de pressão sonora, duração e susceptibilidade individual. O ruído pode produzir aceleração do batimento cardíaco, aumento de pressão sanguínea e estreitamento dos vasos sanguíneos. Um longo período de exposição a ruído alto pode gerar sobrecarga do coração, alteração de hormônios, tensões musculares e outros. Os efeitos

nocivos do ruído à saúde podem surgir em forma de mudanças de comportamento, tais como: nervosismo, qualidade do sono, atenção, ansiedade, irritabilidade, fadiga mental, desempenho no trabalho (SAMPAIO, 2004).

3.3.1.2. Índices de conforto térmico

Diversos índices foram e são desenvolvidos, dentre eles destaca-se o ITGU (Índice de Temperatura do Globo e Umidade).

3.3.1.3. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU)

A temperatura do ar é provavelmente o fator bioclimático mais importante que influencia o ambiente físico do animal. No entanto, apenas a temperatura do ar não é suficiente para avaliar as condições ambientais; para isto, devemos acrescentar outras variáveis ambientais.

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por BUFFINGTON et al. (1981), considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e da velocidade do ar. O ITGU é um indicador de conforto que inclui a carga de calor radiante em condições de clima quente (ESMAY, 1982). Este índice é utilizado para expressar o conforto térmico ambiental na produção de frangos de corte em climas tropicais e é determinado pela equação: (TEIXEIRA, 1983; PIASENTIN, 1984; TINÔCO, 1988; ZANOLLA, 1998; FONSECA, 1998).

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36T_{po} - 330,08 \text{ (Equação 1)}$$

Em que:

- ✓ ITGU = Índice de Temperatura de Globo e Umidade, adimensional;

- ✓ T_{gn} = temperatura de globo negro, K; e
- ✓ T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, K.

Segundo LIMA (2005), valores altos de ITGU resultam em inibição do desenvolvimento produtivo das aves, o que é indesejável para indústria avícola. Entretanto, as limitações climáticas podem ser amenizadas a partir de um projeto de instalação adequado em conjunto com alimentação e manejo racional, bem como técnicas de modificações térmicas ambientais.

Os valores do ITGU atingem o máximo entre as 12 e 14 h (período mais quente do dia) devido à elevação da temperatura da vizinhança ao globo negro, principalmente pelas temperaturas do solo aquecido e superfície inferior da cobertura, que se elevam com o aumento da irradiação solar global (ROSA, 1984). Assim, o globo negro recebe mais calor do ambiente, o que acarreta elevação de sua temperatura e conseqüente acréscimo nos valores do ITGU.

Sobre condições de verão, em experimentos com frango de corte TEIXEIRA (1983), observou valores de ITGU entre 78,6 e 81,6 na primeira semana de vida das aves, os quais mostraram-se adequados à produção. Na segunda semana os valores entre 67,4 e 75,6 refletiram em acréscimo na conversão alimentar e diminuiu o ganho de peso das aves. Na terceira e quarta semana, valores de ITGU de 65,0 a 75,9 foram satisfatórios à produção.

MEDEIROS et al. (2005) analisaram o efeito da interação de três elementos climáticos: a temperatura, a umidade relativa e a velocidade do ar, em frangos de corte criados de 1 a 21 dias de idade em galpões convencionais e de 22 a 42 dias em câmaras climáticas. Os tratamentos compreenderam combinações de temperaturas, umidades relativas e velocidades do ar. Foram observados desempenho zootécnico, mortalidade, respostas fisiológicas e comportamento animal pela manhã, tarde e noite em cada tratamento. Verificou-se que, em ambientes com índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) variando de 69 a 77, as aves mostraram-se calmas, normalmente dispersas e altamente produtivas.

TEXEIRAS (1983) verificou que o limite mínimo de ITGU para que frangos de corte não sofram de estresse por frio na primeira semana de vida é de 78,6, na segunda semana de vida é de 67,4 para aves entre a terceira e sexta semana de vida é de 65.

Vale ressaltar que o ITGU é considerado o índice mais adequado para representar as condições térmicas em regiões quentes para produção animal, em razão de incorporar a temperatura de bulbo seco, umidade relativa, velocidade do ar e a radiação na forma de temperatura de globo negro, em um único valor.

3.3.1.4. Índices de desempenho zootécnico

Segundo alguns autores (ENGLERT, 1987; ALBINO, 1998; ABREU et al., 2000; MACHADO, 2007), o desempenho produtivo das aves pode ser avaliado utilizando-se os seguintes índices zootécnicos: Ganho de peso (GP) obtida pela diferença entre massa viva das aves ao final e ao início de um período de tempo considerado; Consumo de ração (CR) quantidade de ração consumida durante o período considerado; Conversão alimentar (CA) relação entre a quantidade de ração consumida e o ganho de massa corporal correspondente ao período de tempo considerado e Mortalidade (M%) percentagem dos animais mortos durante o período do ciclo produtivo considerado.

Conforme HEIER et al. (2002) a mortalidade em plantéis de frango de corte pode ser influenciada por diversos fatores. Dentre eles se destaca a própria característica do galpão, onde as aves são alojadas, o sistema de ventilação, o tamanho do plantel, a densidade de alojamento, sistema de fornecimento de água e ração.

Em experimento STRINGHINI et al. (2003) concluíram que a linhagem Ross® apresentou melhor conversão alimentar em relação às demais linhagens, aos 44 dias de idade, e a linhagem Cobb®, menor consumo de ração até os 48 dias de idade.

Os frangos de corte adultos são sensíveis a altas temperaturas, tendo seu desempenho prejudicado, porém a perda de peso corporal não deve ser o único parâmetro observado nas respostas de frangos submetidos ao estresse pelo calor (DIONELLO et al.; 2002).

3.4. A energia elétrica e a avicultura

A energia elétrica é um fator a ser considerado no preço final do frango de corte. Com o incremento dos sistemas de climatização, visando o bem-estar do animal e maior produtividade, houve um aumento no consumo desta energia.

A energia elétrica, utilizada nos galpões para alimentação, iluminação e, principalmente, manutenção do conforto térmico animal, tem extrema importância dentro de uma quantificação de custos, com total atenção aos equipamentos que estão sendo utilizados e a sua relação benefício/custo, no que diz respeito ao consumo de energia elétrica.

Adequar o sistema elétrico de uma empresa, buscando conservar e racionalizar, significa contribuir para a melhoria e qualidade do uso de energia elétrica, com conseqüente redução dos custos operacionais e tarifários, mantendo, assim, o conforto e os benefícios que ela proporciona (SALES e TEIXEIRA, 2003).

TURCO et al. (1998) realizaram um trabalho objetivando estudar o consumo de energia elétrica, a relação velocidade do ar/consumo de energia elétrica e os custos operacionais de conjuntos motor-ventilador utilizados em instalações de frangos de corte no Brasil. Foram medidos, nas mesmas condições ambientais, o consumo de energia elétrica (kWh) e a velocidade do ar ($m.s^{-1}$). Também, calcularam o custo operacional de treze diferentes conjuntos motor-ventilador. Os resultados desta avaliação demonstraram que o conjunto que apresentou melhor eficiência na relação velocidade média do ar/consumo de energia elétrica, consumiu em média 27,12% menos energia elétrica do que os outros conjuntos analisados, representando, relativamente, uma economia de até 48,9%.

FERREIRA & TURCO (2000) analisaram o consumo e custo de energia elétrica para uma instalação de frangos de corte, em dois ciclos de criação em estações do ano diferentes. Foram realizadas medidas do consumo energético de ventiladores, nebulizadores, iluminação e comedouros durante o manejo dos animais. Os resultados demonstraram que havia diferenças significativas no consumo de energia elétrica ativa dos equipamentos.

Segundo a CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA (2001), em pleno inverno, na maior parte do Sudeste qualquer corte de uso de energia elétrica na fase inicial de criação de aves, que precisa de aquecimento, significa redução de plantel. O segmento vive uma fase de aumento das exportações, que tem exigido ampliação de alojamento de animais e, portanto, aumento nos gastos de energia.

Apesar de todo empenho dos produtores em elevar o grau de tecnificação do setor, adotando as melhores técnicas, o que se observa é que estes vêm ao longo dos anos obtendo sucessivos prejuízos com a atividade. Assim, fazem-se necessários estudos sobre a evolução do progresso tecnológico do setor, sobre a rentabilidade da atividade, tendo o produtor que internalizar esses custos (TELES, 2001).

A produção do setor avícola tem se tecnificado nos últimos anos com o objetivo de aumentar a produtividade, estando um passo a frente da suinocultura. Nesse sentido, a automação e a adoção de novos equipamentos têm contribuído para a atividade com altos índices de produção (ABREU e ABREU, 2001).

Automação é o processo através do qual são implantados sistemas para garantir maior rendimento e produtividade, com qualidade, a custos compatíveis com o mercado. Nos últimos anos, os sistemas de controle automático têm adquirido grande importância em todos os campos da avicultura. As aplicações dos sistemas de controle cobrem um amplo domínio e continuamente aparecem novas aplicações para o controle automático. (ABREU & ABREU, 2001).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação foi conduzida em dois aviários comerciais de frangos de corte situados no município de Viçosa (Figura 1), localizado na mesorregião da Zona da Mata, no sudeste de Minas Gerais, no período de 18 de junho de 2009 a 01 de agosto 2009. As coordenadas geográficas da localidade são: Latitude de 20° 45' 45" Sul, Longitude de 42° 52' 04" Oeste e altitude de 690m. O clima da região é classificado como Cwa – clima temperado quente – Mesotérmico com estação seca no inverno e chuvosa no verão.



Figura 1 – Localização geográfica do município de Viçosa – MG.

Os galpões de frango de corte utilizados nesta pesquisa, são pertencentes a um mesmo núcleo produtivo, posicionados lado a lado com afastamento de 46m um do outro, orientados no sentido Leste-Oeste (Figura 2). Ambos constituem propriedades avícolas comerciais integradas à indústria Pif-Paf Alimentos S/A, indústria avícola líder na região, a qual constitui um importante pólo produtivo em Minas Gerais.



Figura 2 – Situação e Orientação dos galpões avícolas integrados à indústria Pif-Paf Alimentos S/A, utilizados na pesquisa.

4.1. Caracterização dos galpões

A caracterização construtiva dos galpões foi feita a partir de observações *in loco* das instalações, dos maquinários e das condições ambientais. Os dois galpões experimentais (Figura 3 e Figura 4) possuem características técnico-construtivas similares, conforme descrito abaixo.



Figura 3 – Vista em perspectiva de um dos galpões avícolas utilizados no experimento.

Os dois galpões experimentais possuem dimensões de 13m de largura, 100m de comprimento, 2,90 m de pé-direito, e são distanciados de aproximadamente 46 m entre si. As faces leste-oeste e faces norte-sul dos galpões são contornados com mureta de 0,20 m de altura e 0,20 m de espessura em alvenaria de blocos de concreto, revestidos com argamassa 1:4 de cimento:areia, pintadas de branco. Acima das muretas foram fixadas

telas com arame de malha de 2,5 cm e sistema de vedação com duas cortinas de polietileno, na cor amarela. Na faces leste-oeste, as cortinas são mantidas fechadas e nas faces norte-sul ocorre o fechamento manual de baixo para cima até a altura do telhado. Os galpões também possuem forros de polietileno, em material similar a lona utilizada no fechamento lateral, posicionados a 2,30 m de altura a partir do piso.



Figura 4 – Detalhes Construtivos de um dos galpões avícolas utilizados no experimento.

A estrutura do telhado é formada por pórticos de madeira roliça, apoiados em pilares de concreto armado com seção de 0,18 m por 0,18 m, espaçados entre si de 4 m. A cobertura é constituída de telhas cerâmicas, modelo colonial.

Os aviários receberam sobre o piso de concreto cama nova de casca de café, material mais comum na região, com 8 cm de espessura. A quantidade de comedouros e bebedouros, ambos pendulares, foi disponibilizada às aves de maneira similar para aos dois tratamentos, seguindo recomendações técnicas dos fabricantes.

4.2. Caracterização do sistema de manejo

As aves utilizadas durante o experimento foram originárias de um mesmo incubatório, linhagem Avian, macho, criados com 01 dia de vida, utilizando uma densidade de 11,8 aves m^{-2} , perfazendo um total de 15.380 aves em cada galpão. As aves foram manejadas de modo idêntico em ambos sistemas, sendo que as práticas de manejo seguiram as

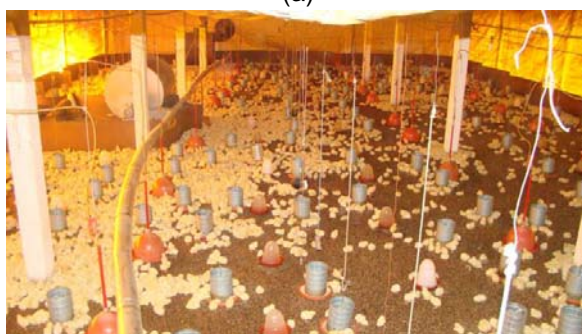
orientações técnicas habitualmente utilizadas pela empresa. A coleta de dados foi dividida em duas fases:

- Fase Inicial – durante período de crescimento inicial dos frangos de corte. Esta fase de criação das aves (0 a 21 dias de idade) ocorre numa área expansível interna ao galpão denominada de pinteiro, correspondendo ao período de aquecimento dos animais.
- Fase Final - Crescimento dos frangos de corte, compreendendo o período de 22 a 42 dias, ou seja, até o abate.

A fase inicial as aves foram confinadas numa área correspondente a 190m² (dois pinteiros de 95 m²), já no segundo dia ouve uma junção dos dois pinteiros em um e uma expansão de 4 m de cada lado, conforme observa-se na Figura 5. Essa expansão, 4 m de cada lado, continuou até o 21º dia de vida dos animais, chegando a atingir 70% da área total dos galpões experimentais, o que equivale a uma área de 910 m².



(a)



(b)

Figura 5 – Pinteiro (a) no primeiro dia de vida e (b) no segundo dia de vida.

4.3. Tratamentos avaliados

Na presente investigação foram avaliados dois tratamentos: PMI (pinteiro com material isolante) e PCC (pinteiro com cortina).

Após sorteio, o pinteiro do Galpão 01 (pinteiro vedado com material isolante – PMI) teve a área de contorno do pinteiro expansível totalmente revestida por placas de material isolante de (Formular AGTEK) (Figura 6) fabricadas pelo processo Hidrovac, exclusivo da Owens Corning.




Figura 6 – Material isolante (Polietileno Extrudado) empregado no pinteiro do galpão 1.

Na Tabela 4 são apresentadas as propriedades do material utilizado como isolante térmico.

Tabela 4 - Propriedades do material isolante (Polietileno Extrudado).

Propriedade	Valores / Apresentação	
	Método ASTM	Foamular AGTEK
Condutividade Térmica "K" ($W m^{-2} k^{-1}$)	C518	0,05
Resistência térmica "R" ($m^2 k W^{-1}$)	C518	0,15
Valor de resistência à compressão ($kgf cm^{-2}$)	D1621	0,12
Valor de resistência à flexão ($kgf cm^{-2}$)	C203	0,37
Absorção de água (% volume)	C272	0,10
Permeabilidade ao vapor de água (%)	E96	1,10
Afinidade a água	Hidrofóbico	
Capilaridade	Nenhuma	
Coefficiente de expansão ($cm cm^{-1} °C^{-1}$)	$1,5 \times 10^{-5}$	

Propriedade	Valores / Apresentação	
	Método ASTM	Foamular AGTEK
Espessura	2,50 cm	
Apresentação	 Sobreposto	

Fonte: Empresa Owens Corning (2007).

O material possui superfície lisa e uma estrutura de células fechadas com paredes que se unem sem deixar espaços vazios. São disponibilizados pelo fabricantes diversos tamanhos de placas, tendo sido escolhido para este experimento, as dimensões mais compatíveis com os aviários estudados. Para tanto, foram utilizadas placas de 1,22 x 4,44 m com 2,50 cm de espessura (Figura 7), sendo que as mesmas foram amarradas à tela lateral com auxílio de arame.



Figura 7 - Isolamento das paredes do Galpão 01 no sentido longitudinal (a) e transversal(b).

Pode-se verificar pela Figura 7b, que as placas na transversal receberam uma abertura próxima ao forro, para facilitar a ventilação mínima e promover a retirada de CO₂ que se acumula na camada inferior do galpão.

Não houve tentativa de se promover simultaneamente o isolamento do forro por dois motivos: Mesmo antevendo-se que esta medida proporcionaria um importante isolamento adicional, a rotina da avicultura já é bastante exaustiva, inviabilizando o emprego desta prática em condições de campo; Os sistemas de suspensão de comedouros e bebedouros ao

teto, bem como outros equipamentos suspensos no aviário, impossibilitariam tal prática

O isolamento do pinteiro do Galpão 02 (pinteiro com vedação convencional em cortina de polietileno – PCC) foi realizado com cortinas de lona plástica (Figura 8) com 0,01 cm de espessura, manejo esse, usualmente adotado em granjas de frangos de corte.



Figura 8 - Isolamento das paredes do Galpão 02 no sentido longitudinal (a) e transversal (b).

Os dois aviários foram equipados com sistemas de ventilação mínima (ventilação higiênica). O sistema de ventilação mínima utilizado foi por pressão negativa, com exaustores (vazão de $300 \text{ m}^3 \text{ m}^{-1}$) posicionados em uma extremidade da área de crescimento (Figura 9), com retiradas de ar intercaladas por espaço de tempo diferenciado para cada semana de vida das aves (Tabela 5).



Figura 9 - Exaustores usados no sistema de ventilação mínima por pressão negativa.

A ventilação mínima foi baseada na recomendação proposta pela ASAE (2003), para galpões com sistema de aquecimento de combustão localizado internamente às instalações.

Os valores de ventilação mínima foram dados em m³ de renovação de ar/hora/idade/animal. Ajustou-se os valores necessários ao final de cada semana como sendo a vazão média de trabalho durante cada intervalo de 7 dias. Ou seja, trabalhou-se com 0,23 m³/hora/animal nos primeiros 7 dias de alojamento, durante a segunda semana de vida das aves, foi de 0,32m³/hora/animal, e durante a terceira semana de vida foi de 0,39 m³/hora/animal.

Tabela 5 - Programação do período de funcionamento do sistema de ventilação mínima para o sistema de pressão negativa para fase de aquecimento.

Semanas	Tempo Ligado (s)	Tempo desligado em (s)
Primeira	47	600
Segunda	72	360
Terceira	83	300

O controle da alteração do ciclo de funcionamento dos exaustores foi realizado com um temporizador, permitindo que os exaustores fossem acionados após o intervalo de tempo desejado para cada semana.

O controle de iluminação foi realizado seguindo programa de luz proposto pela Empresa Pif-Paf (Tabela 6), para tanto foi utilizado um temporizador.

Tabela 6 - Programação de luz utilizado nos tratamentos experimentais.

Dias de idade das aves	PMI		PCC	
	Dia	Noite	Dia	Noite
1	X	X		X
2	X	X		X
3	X	X		X
4 ao 20	X			

X – LUZ ACESA.

A utilização do material isolante causou um escurecimento no interior na instalação, sendo necessária a modificação do programa de luz no tratamento PMI, conforme observada na tabela acima.

A partir da terceira semana de alojamento, os sistemas de aquecimento, isolamento, e o programa de luz dos galpões deixaram de ser utilizados, sendo a manutenção da temperatura interna de todos os galpões feita apenas através do manejo de cortinas e uso de ventiladores.

4.4. Instrumentos e sistemas de medições para caracterizar o ambiente térmico

Tanto no interior dos galpões, quanto no ambiente externo, durante todo o período de vida das aves, foram medidos diariamente os seguintes dados ambientais: Temperatura do ar (T_a) Temperatura do Globo Negro (T_{gn}); Umidade relativa do ar (UR); e Velocidade do Ar (V_a).

4.5. Indicadores para caracterizar o ambiente térmico externo dos galpões

Com a finalidade de ter a mesma rotina de medições do interior dos galpões para a coleta de dados climáticos do ambiente externo, foi utilizado um abrigo meteorológico (Figura 10), instalado na região central, equidistante entre os dois galpões.



Figura 10 - Abrigo meteorológico instalado entre os dois galpões.

No interior do abrigo meteorológico foram colocados sensores para a medição contínua da temperatura do ar e umidade relativa do ar durante todo o período experimental, empregando-se para isso um datalogger da marca HOBO®, com resolução de 0,1 °C e precisão de $\pm 0,7$ °C. Coletaram-se também, nas proximidades do abrigo, dados de temperatura do globo negro a cada 15 minutos empregando-se também para isso um datalogger da marca HOBO® conforme descrito acima.

4.6. Indicadores para caracterizar o ambiente térmico interno dos galpões

Com o objetivo de caracterizar o nível de conforto térmico tanto no interior de cada galpão quanto externamente, foram utilizados a temperatura do ar (T_a), a umidade relativa do ar (UR) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Para determinação da temperatura do ar e da umidade relativa do ar foram utilizados medidores de temperatura e umidade da marca 175-H2 TESTO. Para determinar a temperatura de globo negro, foram utilizados globos negros com sensores de temperatura da marca 174 TESTO (Figura 11).

A velocidade do ar foi obtida com o uso de um termoanemômetro digital portátil da marca TESTO (Figura 11). As leituras foram realizadas nas proximidades dos sensores de temperatura e umidade, às 6, 15 e 24 horas.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 11 - Sensores e instrumentos: a) Temperatura do Ar e Umidade Relativa do Ar; b) Termoanemômetro; c) Globo Negro e d) Temperatura do Ar.

As medidas foram realizadas ao nível das aves (Figura 12) em três pontos no interior da instalação (Figura 13), distantes entre si de 17 m, a cada 15 minutos.

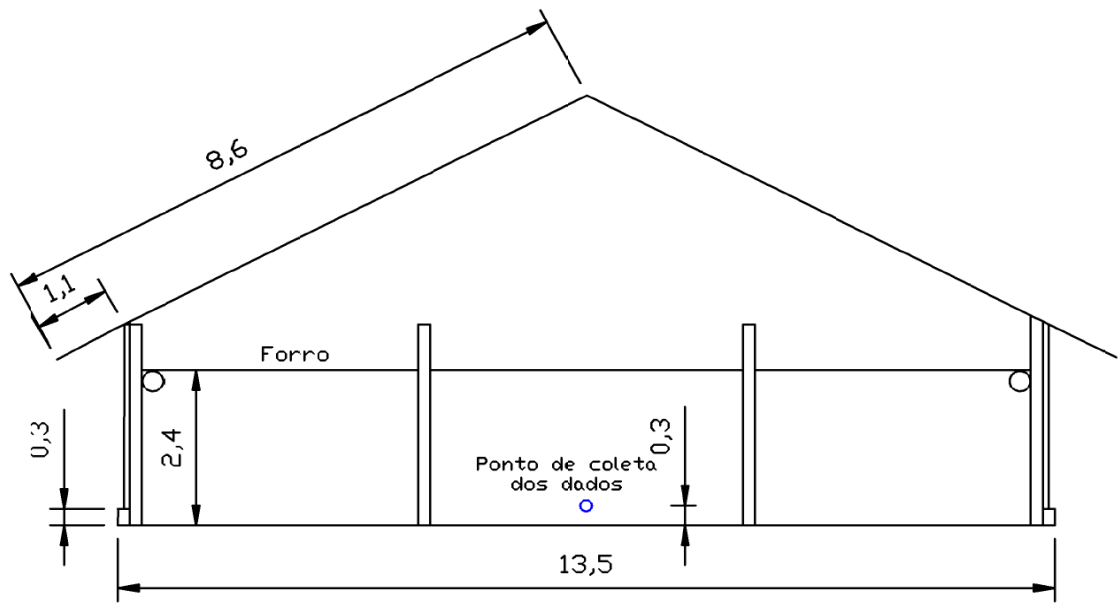


Figura 12 – Croqui (corte transversal do galpão experimental – ponto de coleta dos dados no interior das instalações).

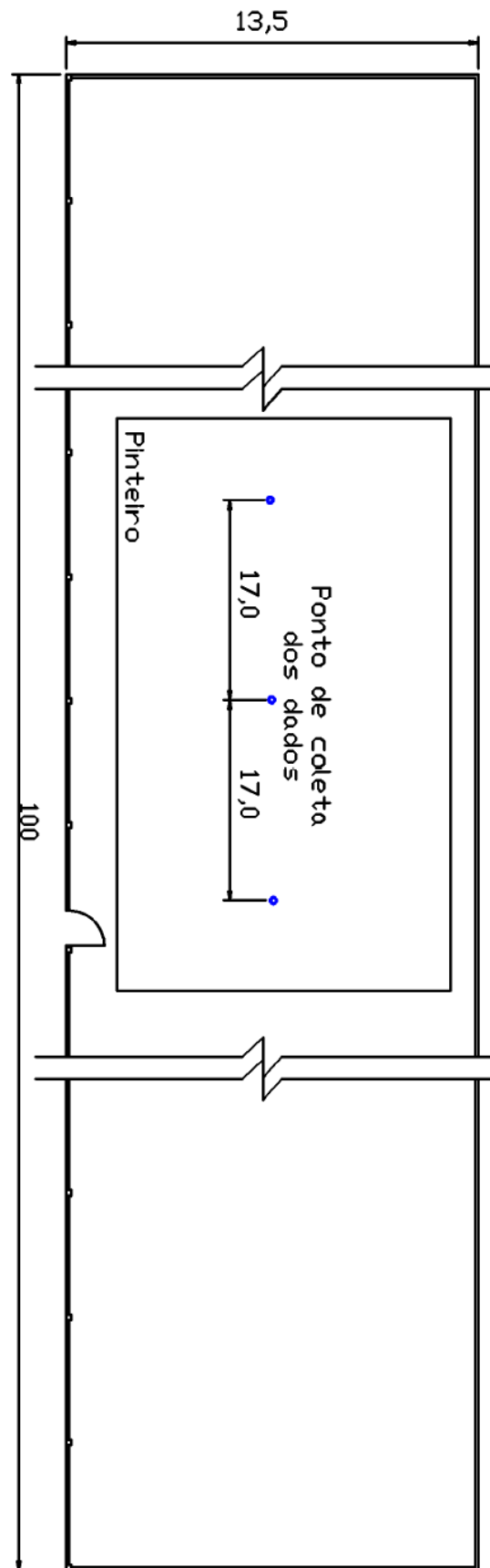


Figura 13 – Croqui galpão experimental (esquema da disposição dos instrumentos (sensores), no interior das instalações).

4.7. Instrumentos, medição e indicadores para caracterizar a qualidade do ar

A qualidade do ar, durante a fase de aquecimento, foi caracterizada por meio das medições diárias instantâneas das concentrações dos gases: amônia (NH_3), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O_2). Essas concentrações foram registradas às 6, 15 e 24 h e medida ao nível das aves (0,30 m), e em três pontos no interior da instalação, distantes entre si de 17 m.

As concentrações de NH_3 foram medidas utilizando-se um detector de amônia da marca Gasman com sensor de resolução de 0,1 ppm e precisão de ± 1 ppm. Para a medição e registro das concentrações dos gases CO_2 e O_2 , foi utilizado um detector multigás da marca TESTO, modelo 330-1 (Figura 14).

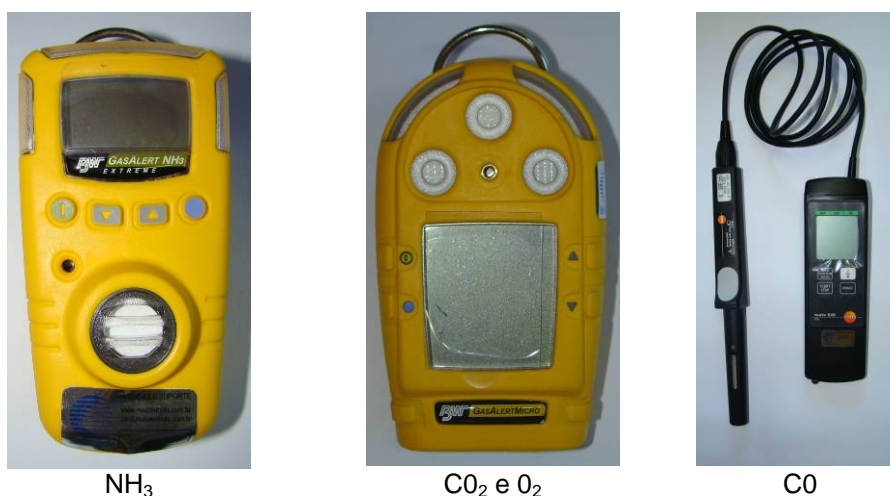


Figura 14 - Instrumentos de medição da qualidade do ar.

4.8. Avaliação do desempenho produtivo das aves

Para a avaliação produtiva dos frangos de corte nos dois sistemas estudados, foram utilizados os índices zootécnicos: Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP), Conversão Alimentar (CA), Taxa de Mortalidade (TM) e Índice de Eficiência Produtiva (IEP).

A ração consumida pelas aves durante o período do experimento foi determinada com base no controle da ração distribuída diariamente em cada galpão e seguiu o cronograma descrito.

- Primeira Semana → Ração Frango de Corte Pré-Inicial;
- Segunda Semana → Ração Frango de Corte Inicial;
- Terceira à Quinta Semana → Ração Frango de Corte Crescimento;
- Sexta Semana → Ração de Frango de Corte Abate.

A ração foi distribuída com o auxílio de dois carrinhos (Figura 15), com capacidades para 156 kg e 204 kg, respectivamente.



Figura 15 - Carrinhos utilizados para distribuir a ração.

Ao final de cada semana, foi realizada uma quantificação da sobra dos comedouros, sendo o consumo de ração calculado com base na ração distribuída menos a sobra dos comedouros.

O Ganho de Peso (GP) foi obtido pela diferença entre o peso vivo das aves ao final e o peso vivo ao início de cada semana. O peso vivo foi obtido semanalmente por meio de amostragens aleatórias totalizando 100 aves em cada galpão experimental.

Os cálculos de conversão alimentar (CA) foram realizados através da relação entre os valores de consumo de ração e o ganho de peso

correspondente ao período considerado, analisados nas seis semanas de observações.

A taxa de mortalidade (TM) foi obtida por meio da relação entre o número de aves mortas pelo número total de aves alojadas, avaliadas semanalmente em cada instalação, em todo o período experimental.

4.9. Consumo de lenha utilizado no sistema de aquecimento

O sistema de aquecimento dos galpões em estudo consiste em fornalhas (Figura 16) à lenha de aquecimento indireto do ar, chaminé, exaustor, termostato, alarme, tubos distribuidores de ar quente, e câmara de combustão, abastecidas por lenha. Os queimadores estão localizados na parte interna do galpão.

O sistema de aquecimento à lenha, consiste em insuflar ar quente para dentro do aviário por meio de uma turbina, sendo distribuí-lo por meio de um sistema de tubulações instalado ao longo do aviário. Este sistema diminui os gases tóxicos dentro do aviário, com melhor controle de temperatura. O sistema trabalha com energia renovável, podendo o produtor gerar o próprio combustível bastando, para isto, possuir um programa de reflorestamento.



Figura 16 - Fornalha utilizadas para aquecimento do galpão.

O cálculo de consumo de combustível utilizado no sistema de aquecimento foi realizado para os dois galpões (com e sem isolamento).

Para cálculo do consumo de lenha utilizado foi feita uma medição do volume de lenha consumido diariamente. Para isso, antes de abastecer a fornalha, a lenha foi amontoada formando uma pilha (Figura 17a), e, utilizando uma trena, foram obtidas as dimensões dos lados, calculando-se, dessa forma, o volume aproximado a ser consumido. Esse procedimento foi realizado semanalmente, obtendo-se no final um volume médio de lenha consumida por dia e um total durante o período experimental.



(a) (b)
Figura 17 - Leira completa com lenha (a) e leira após uma semana de uso (b).

Após o cálculo do volume foi realizada uma estimativa do custo por kg de frango produzido em função do consumo de lenha utilizado nos dois sistemas de aquecimento (com e sem material isolante).

4.10. Análise estatística

Para as variáveis ambientais, o experimento foi montado segundo um esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos: pinteiro com vedação convencional em cortina de polietileno (PCC) e pinteiro com vedação com material isolante (PMI), nas subparcelas as semanas e nas sub-subparcelas os horários de medição, no delineamento em blocos casualizados com repetições correspondentes aos dias de leituras.

Os dados foram examinados por meio da análise de variância. Para o fator qualitativo, as médias semanais, foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, as médias também foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nas análises de variância das variáveis térmicas e qualidade do ar, foi feito o desdobramento, quando a interação apresentou-se significativa.

Quanto à análise de desempenho das aves, foi realizada análise descritiva dos valores médios semanais dos índices zootécnicos mais importantes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Índice de Conforto Térmico Ambiente

O conforto térmico tanto no interior dos galpões quanto externamente foi caracterizado pela utilização dos indicadores térmicos, sendo eles a Temperatura do Ar (T_a), a Umidade Relativa do ar (UR) e o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU). Estes indicadores foram avaliados durante as 3 primeiras semanas de vida das aves, em função dos horários (H) de observação em dois tipos de ambiente: interno (composto pelos tratamentos: Pinteiro com vedação Convencional em cortina de polietileno (PCC) e pinteiro com vedação com material isolante (PMI)) e externo.

5.1.1. Primeira Semana de Vida das Aves

Na Tabela 7, encontra-se o resultado das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI (Pinteiro com material isolante) e PCC (Pinteiro com cortina), e das horas (H) com relação à média a cada 30 minutos no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (T_a), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU).

Tabela 7- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC, e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (T_a), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a primeira semana de vida das aves..

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio		
		T_a	UR	ITGU
Dias (Blocos)	6	17,2956 ^{ns}	4275,629 ^{ns}	22,2642 ^{ns}
Tratamento (T)	1	183,0216*	394,9867 ^{ns}	205,3195*
Erro (a)	5	25,5502	645,3082	29,0856
Horas (H)	47	8,4427 ^{ns}	22,8874*	22,2480*
T x H	47	2,1089*	9,6370 ^{ns}	3,3975*
Resíduo	564	1,0850	12,3717	1,8204
CV (%)		3,48	5,88	1,71

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com a Tabela 7, verifica-se que os valores de Ta e ITGU apresentaram diferença significativa entre os tratamentos PMI e PCC e na interação horário x tratamentos para a primeira semana de vida das aves.

Os valores médios de Ta e ITGU em função dos horários de observação, em cada tratamento, para a primeira semana de vida das aves, estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios de temperatura do ar (Ta) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC.

Hora	Ta		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC
06:00	30,5 A	29,4 B	79,5 A	78,4 B
06:30	29,8 A	27,9 B	78,2 A	76,0 B
07:00	29,7 A	28,1 B	78,0 A	76,2 B
07:30	29,5 A	28,0 B	77,8 A	76,2 B
08:00	29,7 A	28,2 B	78,1 A	76,4 B
08:30	29,9 A	28,6 B	78,5 A	77,0 B
09:00	30,1 A	28,8 B	78,9 A	77,5 A
09:30	30,0 A	29,0 A	79,1 A	77,7 A
10:00	30,8 A	29,1 B	80,0 A	78,0 B
10:30	31,1 A	29,3 B	80,5 A	78,4 B
11:00	31,3 A	29,4 B	80,7 A	78,6 B
11:30	31,2 A	29,5 B	80,7 A	78,7 B
12:00	31,4 A	29,6 B	81,0 A	78,8 B
12:30	31,6 A	29,7 B	81,3 A	79,0 B
13:00	31,7 A	29,7 B	81,3 A	78,9 B
13:30	31,8 A	29,6 B	81,5 A	78,7 B
14:00	32,0 A	29,4 B	81,8 A	78,4 B
14:30	31,8 A	29,6 B	81,5 A	78,7 B
15:00	31,7 A	30,6 B	81,5 A	80,4 A
15:30	31,9 A	30,2 B	81,8 A	79,8 B
16:00	31,6 A	30,1 B	81,2 A	79,9 A
16:30	31,0 A	30,3 B	80,5 A	80,1 A
17:00	32,0 A	30,5 B	81,5 A	80,2 A
17:30	32,1 A	30,4 B	81,8 A	80,1 B
18:00	31,9 A	30,2 B	81,6 A	79,8 B
18:30	31,7 A	30,0 B	81,2 A	79,4 B
19:00	31,3 A	30,1 B	80,8 A	79,6 A
19:30	31,0 A	30,1 A	80,4 A	79,5 A
20:00	30,9 A	29,9 A	80,2 A	79,4 A
20:30	30,8 A	29,9 A	80,0 A	79,3 A
21:00	30,6 A	29,8 A	79,8 A	79,1 A
21:30	30,3 A	29,7 A	79,4 A	79,0 A
22:00	30,1 A	29,7 A	79,1 A	78,9 A
22:30	29,6 A	29,7 A	78,5 A	79,0 A
23:00	29,7 A	29,7 A	78,6 A	78,8 A
23:30	30,1 A	29,5 A	79,1 A	78,6 A
00:00	29,8 A	29,3 A	78,7 A	78,0 A
00:30	29,6 A	29,3 A	78,4 A	78,0 A

Hora	Ta		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC
01:00	29,4 A	29,3 A	78,2 A	77,9 A
01:30	29,2 A	29,4 A	77,9 A	78,0 A
02:00	29,2 A	29,3 A	77,8 A	78,0 A
02:30	29,0 A	29,3 A	77,6 A	77,9 A
03:00	29,0 A	29,2 A	77,5 A	77,8 A
03:30	28,9 A	29,0 A	77,4 A	77,7 A
04:00	29,5 A	29,0 A	77,8 A	77,7 A
04:30	29,3 A	29,1 A	77,6 A	77,7 A
05:00	29,2 A	28,9 A	77,6 A	77,5 A
05:30	28,9 A	28,9 A	77,2 A	77,5 A

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, nos sistemas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se, pela Tabela 8, que na maioria dos horários estudados para a primeira semana de vida das aves, houve diferença significativa entre os valores médios de T e ITGU até às 19:00 horas. A partir das 19:30 horas não houve diferença significativa entre as variáveis estudadas.

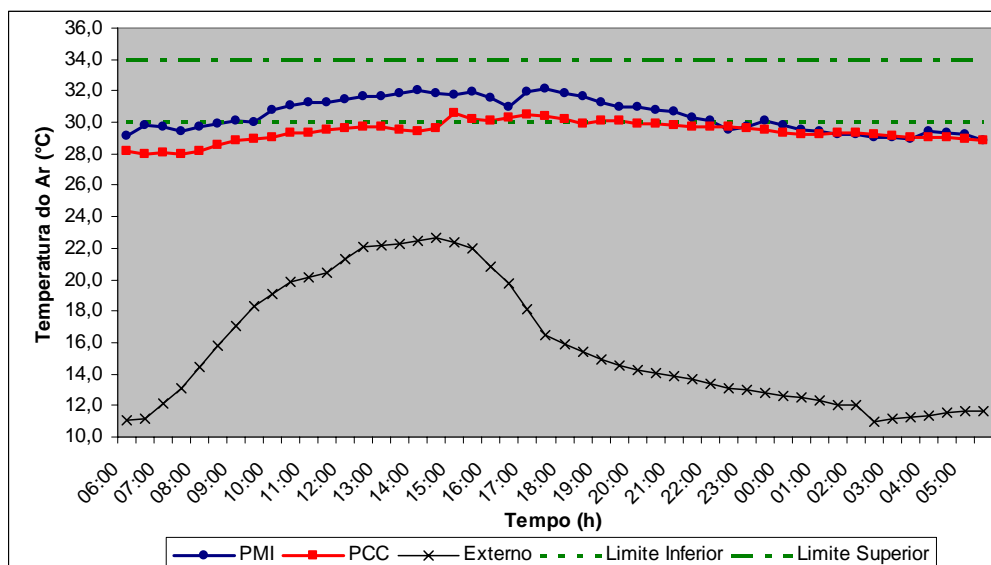


Figura 18 - Valores médios de temperatura do ar (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais.

Com base na Tabela 8 e na Figura 18, pode-se observar que ambos os tratamentos melhoraram as condições de temperatura dentro dos galpões quando comparado com a temperatura do ambiente externo, observa-se que os dados de temperatura externa se mostraram desconfortáveis durante a primeira semana de vida das aves, evidenciando

a necessidade de aquecimento dos aviários. Pode-se ainda observar que, os valores médios de temperatura no interior do galpão, na primeira semana de vida das aves, foram mínimos no horário próximo das 5:00 horas (o que já era de se esperar devido as inversões térmicas) e máximos no horário próximo das 17-18 horas, estes valores máximos de temperatura durante este horário, estão relacionado com o abastecimento da fornalha realizado as 16:30 horas provocando o pico de temperatura próximo das 17-18 horas, pode-se inclusive observar uma queda de temperatura neste horário, momento no qual o galpão permanecia aberto por alguns minutos para reabastecimento da fornalha.

Observa-se também, que os valores médios de temperatura em função dos horários, nos galpões PMI e PCC, apresentaram comportamentos semelhantes, no entanto o tratamento PMI apresentou valores superiores ao tratamento PCC.

Vale ressaltar que, em nenhum dos ambientes estudados, a temperatura média foi mantida integralmente na faixa considerada ideal (30 a 34°C) para as aves durante todas as horas do dia na primeira semana de vida. No entanto, o tratamento PMI, que é caracterizado pela utilização do polietileno extrudado, apresentou valores de temperatura do ar por um período de tempo maior que o obtido no tratamento PCC dentro da faixa de conforto, o que pode ser justificado pelo isolamento do aviário. Atingindo a faixa ideal de temperatura entre 09:30 e 22:00 horas.

A baixa nas médias da T_a , no ambiente interno, observados durante a noite podem ter sido originarias devido às inversões térmicas e a falta de abastecimento de lenha nas fornalhas. Comportamento semelhante foi observado por CORDEIRO (2007) e MENEGALI (2009).

Com base nos resultados obtidos de temperatura do ar, para a primeira semana de vida, o tratamento PMI foi o mais eficiente em manter o ambiente interno mais adequado às exigências térmicas das aves, o que já era esperado, uma vez que o tratamento PCC, devido à não utilização de um bom isolante térmico, dificulta a manutenção da temperatura do ar dentro das condições de conforto térmico.

MENEGALI (2009) e MENEGALI(2005) em experimento realizado com frangos de corte em instalações semi-climatizadas por pressão negativa (SVN) e positiva (SVP), no inverno, verificou, de forma geral que, independente do tratamento (SVN e SVP), as médias de temperatura correspondentes à primeira semana de vida das aves estiveram sempre abaixo da faixa ideal da zona de conforto térmico.

Na Tabela 8 e na Figura 19, pode-se observar os valores médios de Umidade Relativa do Ar, na primeira semana de vida das aves.

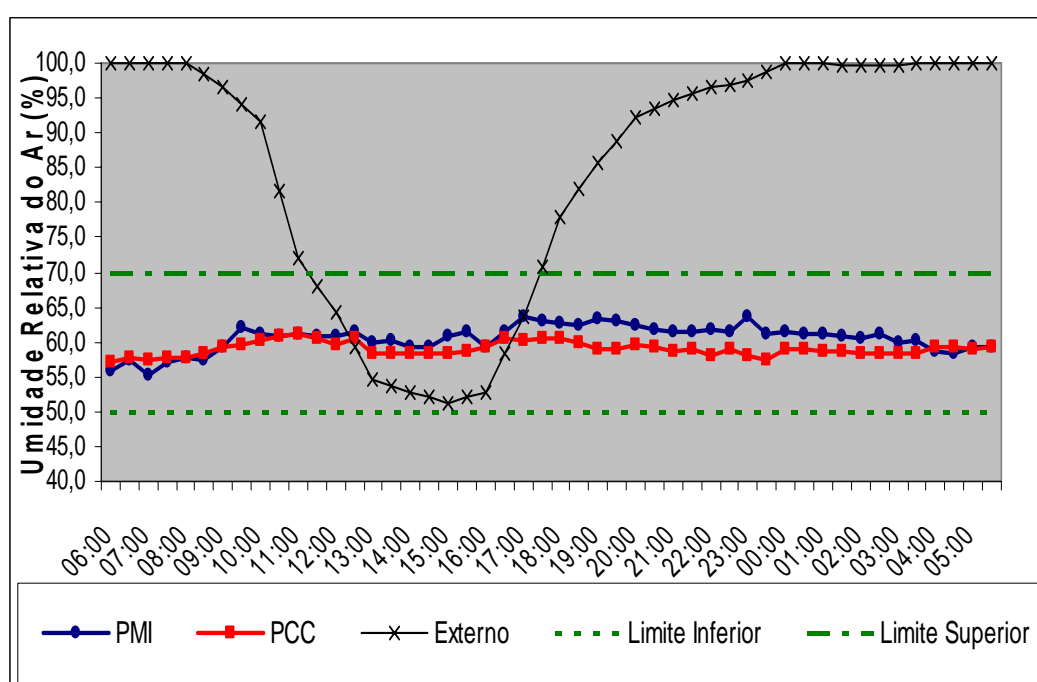


Figura 19 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais.

Com base na Figura 19, verifica-se que os dois tratamentos PMI e PCC apresentaram os valores de umidade relativa do ar dentro da faixa considerada adequada ao desenvolvimento dos animais na primeira semana de vida. Baeta e Souza (1997) e Tinôco (2004), que consideram como ideal a Umidade Relativa 50 e 70%.

Segundo VIGODERIS (2006), a umidade relativa tende a declinar consideravelmente quando a temperatura do ar atinge seus níveis mais altos durante o dia. Comportamento semelhante foi observado nos valores de UR obtidos no ambiente externo, no entanto, este comportamento não

foi observado no interior dos galpões. Ou seja, os valores de UR do ar em ambos os tratamentos não foram alterados significativamente ao longo do dia. Esse fato pode ser justificado devido à utilização da ventilação mínima, que garantiu renovação do ar em condições satisfatórias à preservação do calor sem afetar drasticamente as condições de umidade relativa do ar.

Os valores médios de ITGU, em função dos horários de observação, durante a primeira semana de vida das aves, em cada tratamento, estão apresentados na Tabela 8 e Figura 20.

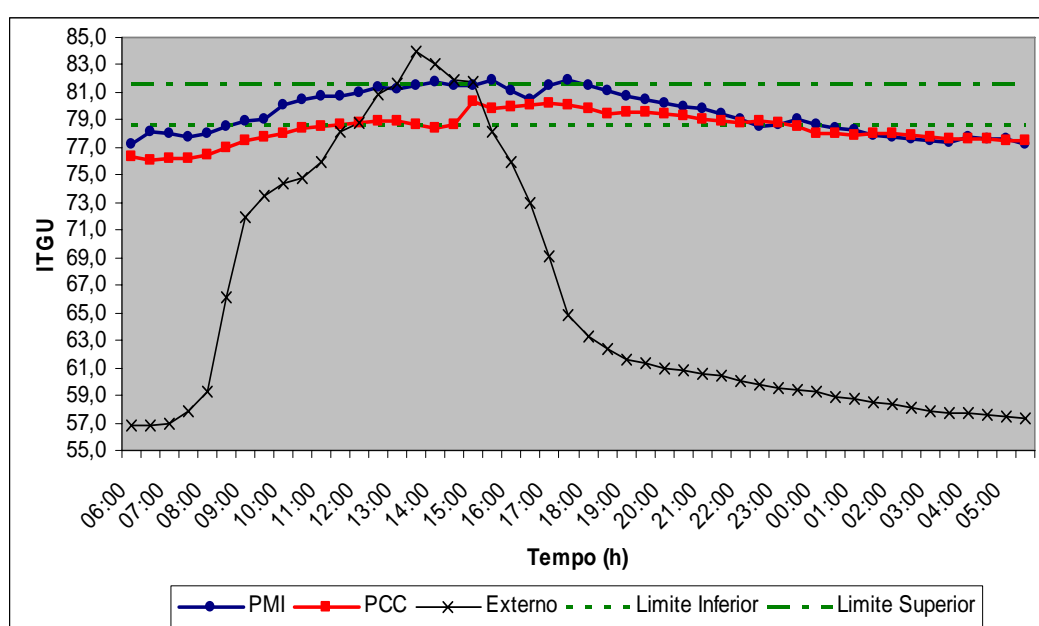


Figura 20 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a primeira semana de vida dos animais.

Com base na Figura 20, pode-se observar que ambos os tratamentos melhoraram as condições de conforto dentro dos galpões quando comparados com o ambiente externo, verifica-se em relação aos sistemas de adotados, que as condições de conforto foram alcançadas durante o período compreendido entre 9:00 e 22:30 horas para o tratamento PMI, e das 12:00 até as 23:30 horas para o tratamento PCC, revelando que fora dos intervalos mencionados acima, os animais estavam em estresse por frio ou muito próximo do desconforto nos dois tratamentos avaliados. Esse desconforto, segundo TEIXEIRA (1983), pode aumentar a

conversão alimentar com conseqüente redução no ganho de peso, afetando negativamente a produtividade.

Verifica-se que, na maioria dos os horários, o ITGU foi maior no tratamento PMI, isto devido à maior temperatura no interior do galpão quando comparado com o tratamento PCC.

A redução nas médias do ITGU durante a noite, pode ter sido ocasionada devido à falta de abastecimento de lenha nas fornalhas, o que pode ser comprovado com base na Figura 18, onde se observa queda da temperatura nesse período. Comportamento semelhante foi observado por CORDEIRO (2007) e MENEGALI (2009).

5.1.2. Segunda Semana de Vida das Aves

Na Tabela 9, encontram-se o resultados das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC, e das horas (H) com relação à média a cada 30 minutos no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) para a segunda semana de vida das aves.

Tabela 9- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a segunda semana de vida das aves.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio		
		Ta	UR	ITGU
Dias (Blocos)	6	11,9435 ^{ns}	1678,3820*	53,5916 ^{ns}
Tratamento (T)	1	70,9800*	8474,3240*	325,2466*
Erro (a)	5	14,2712	460,6958	48,8080
Horas (H)	47	14,8914*	175,2186*	22,1190*
T x H	47	4,7528*	63,3773*	8,0115*
Resíduo	564	0,6183	19,3633	1,3316
CV (%)		2,70	6,36	1,47

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com o Tabela 7, verifica-se que os valores de Ta, UR e ITGU apresentaram diferença significativa entre os tratamentos PMI e

PCC. Em relação à interação horário x tratamentos, observa-se que os valores de Ta, UR, ITGU apresentaram diferença significativa para a segunda semana de vida das aves.

Os valores médios de T, UR e ITGU em função dos horários de observação, em cada galpão, para a segunda semana de vida das aves, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 - Valores médios de temperatura do ar (Ta), Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC.

Hora	Ta		UR		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
06:00	29,4 A	28,8 B	72,7 A	65,6 B	79,3 A	77,9 B
06:30	28,7 A	27,7 B	74,7 A	67,7 B	78,4 A	76,6 B
07:00	28,3 A	27,8 A	73,3 A	69,7 A	78,0 A	76,7 B
07:30	28,4 A	28,0 A	75,0 A	69,6 B	77,7 A	77,0 A
08:00	28,5 A	28,2 A	74,2 A	70,6 A	78,0 A	77,3 A
08:30	29,0 A	28,4 A	76,3 A	70,6 B	78,6 A	77,6 A
09:00	29,5 A	28,5 B	76,2 A	70,4 B	79,4 A	77,8 B
09:30	29,8 A	28,6 B	74,7 A	69,0 B	79,8 A	77,9 B
10:00	30,4 A	28,5 B	76,0 A	68,4 B	80,6 A	77,7 B
10:30	30,8 A	28,4 B	75,1 A	68,1 B	81,2 A	77,5 B
11:00	30,6 A	28,4 B	72,6 A	67,2 B	81,0 A	77,4 B
11:30	30,6 A	28,0 B	70,8 A	66,4 A	80,9 A	76,9 B
12:00	30,9 A	27,9 B	69,9 A	66,2 A	80,9 A	76,8 B
12:30	31,1 A	27,9 B	70,2 A	65,6 B	81,3 A	76,7 B
13:00	31,0 A	27,9 B	67,7 A	65,8 A	81,2 A	76,7 B
13:30	30,8 A	28,0 B	66,7 A	65,7 A	80,9 A	76,8 B
14:00	30,4 A	28,0 B	63,3 A	65,4 A	80,2 A	76,8 B
14:30	30,3 A	29,6 A	64,3 A	56,0 B	79,9 A	78,3 B
15:00	30,5 A	29,7 A	63,5 A	57,3 B	80,1 A	78,6 B
15:30	30,7 A	30,1 A	63,4 A	59,1 A	80,2 A	79,2 A
16:00	30,6 A	30,5 A	63,6 A	59,6 A	80,3 A	79,9 A
16:30	30,9 A	30,6 A	67,9 A	60,5 B	80,8 A	80,1 A
17:00	31,3 A	30,6 A	71,8 A	60,6 B	81,5 A	80,1 B
17:30	31,6 A	30,5 B	73,5 A	60,8 B	82,2 A	80,0 B
18:00	31,6 A	30,3 B	74,1 A	61,2 B	82,3 A	79,7 B
18:30	31,5 A	30,2 B	74,8 A	61,1 B	82,3 A	79,5 B
19:00	31,2 A	30,1 B	74,8 A	61,2 B	82,0 A	79,4 B
19:30	30,7 A	29,9 A	73,7 A	61,3 B	81,4 A	79,2 B
20:00	30,0 A	29,6 A	74,4 A	60,9 B	80,5 A	78,8 B
20:30	29,2 A	29,5 A	74,1 A	61,1 B	79,6 A	78,7 A
21:00	28,9 A	29,5 A	75,7 A	61,4 B	78,8 A	78,6 A
21:30	28,7 A	29,5 A	74,8 A	61,0 B	78,7 A	78,5 A
22:00	28,6 A	29,4 A	74,5 A	61,8 B	78,3 A	78,5 A
22:30	28,5 B	29,5 A	74,7 A	61,2 B	78,2 A	78,7 A
23:00	28,7 A	29,4 A	77,4 A	60,6 B	78,5 A	78,5 A
23:30	28,8 A	28,1 A	74,6 A	70,6 A	78,6 A	77,4 B
00:00	28,6 A	28,1 A	74,8 A	70,4 A	78,3 A	77,4 A
00:30	28,3 A	28,1 A	74,7 A	70,1 B	78,1 A	77,3 A

Hora	Ta		UR		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
01:00	28,2 A	28,1 A	74,5 A	70,0 A	77,8 A	77,3 A
01:30	28,1 A	28,1 A	74,3 A	70,1 A	77,6 A	77,3 A
02:00	27,9 A	28,1 A	74,7 A	69,8 B	77,4 A	77,3 A
02:30	27,6 A	28,1 A	75,0 A	69,8 B	77,1 A	77,2 A
03:00	27,5 A	28,0 A	74,2 A	69,4 B	76,8 A	77,2 A
03:30	27,4 A	28,0 A	75,0 A	69,9 B	76,7 A	77,2 A
04:00	27,3 A	28,0 A	73,9 A	69,6 A	76,6 A	77,1 A
04:30	27,2 A	28,0 A	74,3 A	69,6 B	76,4 A	77,1 A
05:00	27,3 B	28,1 A	73,3 A	69,5 A	76,3 A	77,2 A
05:30	27,5 A	28,0 A	74,1 A	69,4 B	76,5 A	76,9 A

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, nos sistemas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Observa-se, pela Tabela 10, que na maioria dos horários estudados para a segunda semana de vida das aves, houve diferença significativa entre os valores médio de Ta, UR e ITGU.

Pode-se observar com base na Tabela 10 e Figura 21, que os valores médios de temperatura do ar no interior do galpão, na segunda semana de vida das aves, foram mínimos próximo das 4:30 horas (o que já era de se esperar devido às inversões térmicas) e máximos próximo das 16:30 para o tratamento PCC e às 18 horas para o tratamento PMI, estes valores máximos de temperatura durante este horário, estão relacionado com o abastecimento da fornalha realizado as 14:30 horas para o tratamento PCC e às 16:30 horas para o tratamento PMI, provocando o pico de temperatura próximo das 16:00 horas para o tratamento PCC e próximo às 18 horas para o tratamento PMI, pode-se inclusive observar uma queda de temperatura neste horário, momento no qual o galpão permanecia aberto por alguns minutos para reabastecimento da fornalha.

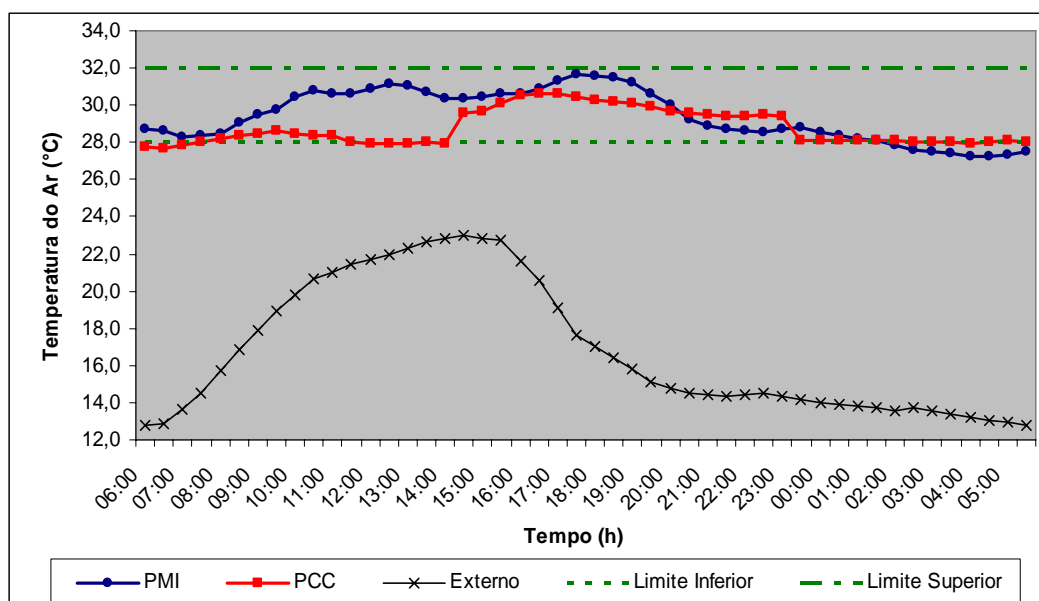


Figura 21 - Valores médios de temperatura (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC para a segunda semana de vida dos animais.

Observa-se, assim como na primeira semana, que os valores médios de temperatura do ambiente interno, observados nos tratamentos PMI e PCC, em função do horário, apresentaram comportamentos semelhantes, contudo no tratamento PMI foram detectados valores de temperatura superiores na maioria dos horários estudados. Observa-se inclusive, que no tratamento PMI, entre os horários 10:30 às 19h, os valores da temperatura do ar estiveram muito próximas do limite superior da faixa de conforto térmico, o que possibilitaria a suspensão do aquecimento, minimizando, dessa forma, custos adicionais com energia.

Nota-se ainda que os dois tratamentos mantiveram quase que integralmente os ambientes de criação numa faixa de temperatura (28 a 32°C) considerada ideal para os animais na segunda semana de vida. Esta mudança na amplitude da faixa de zona de conforto, esta relacionado com a mudança das exigências térmicas das aves, com faixa de temperatura de conforto menor que na primeira semana de vida.

SOUZA (2008) em experimento com frangos de corte em dois sistemas de aquecimento e de ventilação com aves entre 7 e 17 dias, observou que o ambiente com sistema de aquecimento a gás apresentou, em 84% do tempo, temperaturas desconfortáveis, enquanto o sistema de aquecimento a lenha teve um tempo menor, da ordem de 8%.

Com base na Tabela 10 e na Figura 22, pode-se observar os valores médios de Umidade Relativa do Ar, na segunda semana de vida das aves.

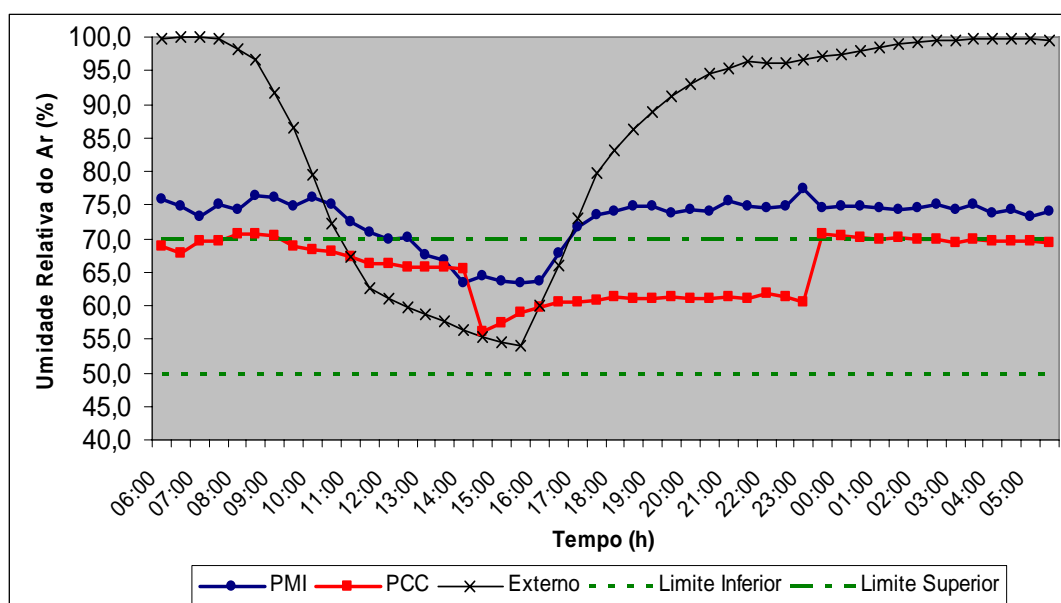


Figura 22 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a segunda semana de vida dos animais.

Verifica-se, com base na Figura 22, que o tratamento PCC apresentou os valores de umidade relativa do ar do ambiente interno dentro da faixa considerada adequada ao desenvolvimento dos animais na segunda semana de vida. Enquanto o tratamento PMI apresentou os valores de umidade relativa do ar do ambiente interno dentro da faixa considerada adequada apenas no período as 13:00 às 17:30 horas, esse fato pode ser justificado devido à condensação de água observada no forro do galpão, que pode estar relacionado a uma ineficiência do sistema de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves.

Os valores médios de ITGU em função dos horários de observação, durante a segunda semana de vida das aves, em cada tratamento, estão apresentados na Tabela 10 e Figura 23.

Segundo SANTOS (2008), um ambiente é considerado confortável para frangos com idade entre 8 e 21 dias quando apresenta ITGU variando de 70 a 78.

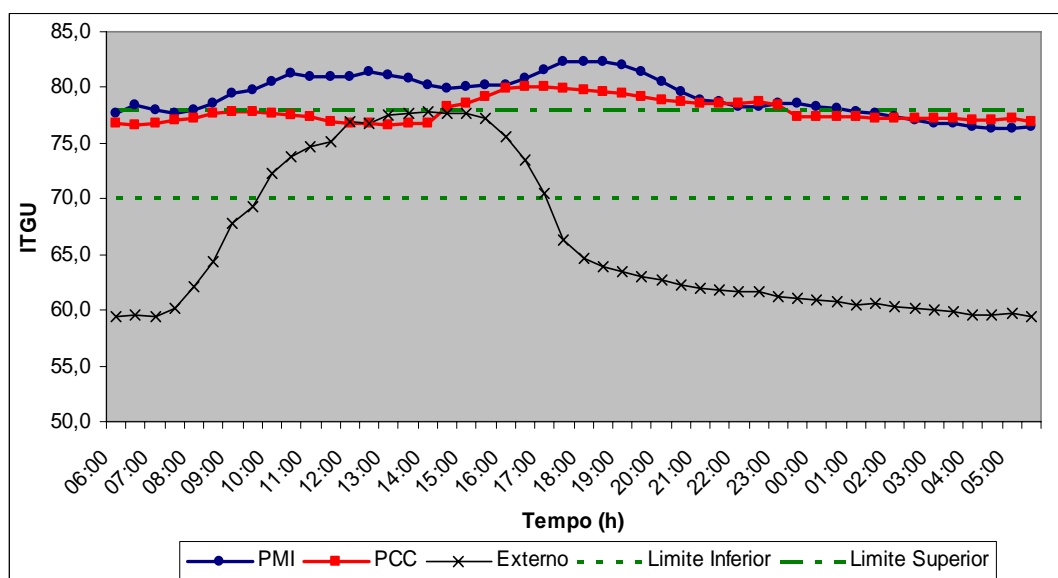


Figura 23 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a segunda semana de vida dos animais.

Com base na Figura 23, verifica-se em relação aos sistemas adotados, que as condições de conforto não foram alcançadas pelos dois tratamentos durante o período das 09:00 às 22:00 horas para o tratamento PMI e das 15:00 às 22:00 horas para o tratamento PCC, revelando que os animais estavam em estresse por calor ou muito próximo do desconforto nos dois tratamentos avaliados durante estes períodos, indicando a possibilidade de suspensão do aquecimento, minimizando, dessa forma, custos adicionais com energia.

Nota-se que, na maioria dos horários, o ITGU foi maior no tratamento PMI, isto devido à maior temperatura no interior do galpão quando comparado com o tratamento PCC.

Como observado na primeira semana, à baixa nas médias do ITGU observados durante a noite da segunda semana, podem ter sido originárias devido à falta de abastecimento de lenha nas fonalhas.

5.1.3. Terceira Semana de Vida das Aves

Na Tabela 11, encontra-se o resultado das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC, e das horas (H) com

relação à média a cada 30 minutos no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR), Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica Radiante (CTR) para a terceira semana de vida das aves.

Tabela 11- Resumo das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos PMI e PCC e das horas (H) com relação à média a cada 30 min no interior das instalações para a variável ambiental Temperatura do Ar (Ta), Umidade Relativa do Ar (UR) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU), para a terceira semana de vida das aves..

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio		
		Ta	UR	ITGU
Dias (Blocos)	6	354,1208*	229,2054*	606,4035*
Tratamento (T)	1	3,9417 ^{ns}	559,1801*	6,7668 ^{ns}
Erro (a)	5	75,4395	64,1224	118,9740
Horas (H)	47	11,1601*	155,0311*	14,5450*
T x H	47	2,9243*	31,3401*	4,5932*
Resíduo	564	1,4395	10,1366	2,6100
CV (%)		4,66	4,63	2,18

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com a Tabela 11, verifica-se que os valores de T e ITGU não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos PMI e PCC. Em relação à interação horário x tratamentos, observa-se que os valores de T, UR e ITGU apresentaram diferença significativa para a terceira semana de vida das aves.

Os valores médios de T, UR e ITGU em função dos horários de observação, em cada tratamento, para a terceira semana de vida das aves, estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 - Valores médios de temperatura do ar (Ta) e Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) observados em função dos horários nos tratamentos PMI e PCC para a terceira semana de vida das aves.

Hora	Ta		UR		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
06:00	25,7 A	25,8 A	69,7 A	67,8 B	73,9 A	74,1 A
06:30	25,8 A	25,7 A	72,1 A	70,1 A	74,1 A	74,0 A
07:00	25,5 A	25,6 A	70,8 A	69,8 A	73,8 A	73,8 A
07:30	25,6 A	25,8 A	71,3 A	70,5 A	73,6 A	74,2 A
08:00	26,2 A	26,1 A	72,0 A	70,7 A	74,3 A	74,5 A
08:30	26,4 A	26,0 A	70,6 A	68,8 A	74,8 A	74,4 A
09:00	26,9 A	25,8 A	70,2 A	69,2 A	75,4 A	74,1 A
09:30	26,8 A	25,9 A	68,9 A	68,5 A	75,4 A	74,2 A

Hora	Ta		UR		ITGU	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
10:00	26,6 A	25,9 A	66,0 A	68,2 A	74,9 A	74,3 A
10:30	26,9 A	26,1 A	67,0 A	68,0 A	75,3 A	74,4 A
11:00	27,0 A	26,3 A	64,9 A	67,3 A	75,3 A	74,7 A
11:30	27,4 A	26,2 A	65,5 A	67,1 A	76,0 A	74,5 A
12:00	27,5 A	26,0 B	65,1 A	67,4 A	76,1 A	74,3 B
12:30	27,6 A	26,0 B	65,6 A	67,1 A	76,2 A	74,3 B
13:00	27,6 A	26,1 B	63,7 A	66,9 A	76,2 A	74,4 B
13:30	27,5 A	26,1 B	61,8 B	66,5 A	75,9 A	74,3 A
14:00	26,8 A	26,0 A	61,2 B	65,8 A	75,4 A	74,2 A
14:30	26,1 A	26,2 A	61,5 A	61,4 A	74,5 A	74,2 A
15:00	25,4 A	26,2 A	61,4 A	61,3 A	73,7 A	74,4 A
15:30	25,8 A	26,2 A	63,7 A	62,1 A	73,4 A	74,3 A
16:00	26,9 A	26,9 A	64,6 A	63,8 A	74,7 A	75,3 A
16:30	25,8 B	27,1 A	66,0 A	63,2 A	74,8 A	75,5 A
17:00	27,1 A	27,0 A	69,0 A	63,8 B	75,3 A	75,5 A
17:30	27,5 A	26,6 A	68,2 A	63,8 B	76,2 A	74,9 A
18:00	27,1 A	26,4 A	68,1 A	64,6 B	75,9 A	74,7 A
18:30	26,7 A	26,2 A	69,4 A	65,2 B	75,4 A	74,5 A
19:00	26,6 A	26,2 A	71,0 A	65,3 B	75,1 A	74,5 A
19:30	26,4 A	26,2 A	71,2 A	65,4 B	75,0 A	74,5 A
20:00	26,0 A	26,1 A	70,8 A	65,4 B	74,6 A	74,4 A
20:30	25,3 A	26,0 A	71,3 A	65,6 B	73,8 A	74,3 A
21:00	24,9 A	26,0 A	71,2 A	65,9 B	73,0 A	74,2 A
21:30	24,7 B	26,0 A	72,9 A	65,8 B	72,8 A	74,2 A
22:00	24,9 A	26,0 A	72,9 A	65,8 B	72,8 A	74,2 A
22:30	24,8 A	26,0 A	73,3 A	65,7 B	73,0 A	74,2 A
23:00	24,6 B	26,0 A	72,7 A	65,8 B	72,8 A	74,2 A
23:30	24,4 A	25,3 A	73,0 A	71,3 A	72,5 A	73,7 A
00:00	24,3 A	25,3 A	73,7 A	71,7 A	72,4 A	73,7 A
00:30	24,2 A	25,2 A	74,0 A	71,5 A	72,3 A	73,6 A
01:00	24,3 A	25,1 A	73,0 A	71,9 A	72,2 A	73,5 A
01:30	24,3 A	25,1 A	73,1 A	71,8 A	72,3 A	73,4 A
02:00	24,2 A	25,0 A	72,9 A	71,8 A	72,1 A	73,4 A
02:30	23,9 A	24,9 A	73,6 A	72,1 A	71,9 A	73,3 A
03:00	24,0 A	24,9 A	73,3 A	72,2 A	71,8 A	73,2 A
03:30	24,0 A	24,9 A	73,0 A	71,8 A	71,8 A	73,2 A
04:00	23,9 A	24,9 A	73,4 A	71,9 A	71,8 A	73,2 A
04:30	23,7 A	24,9 A	73,1 A	72,1 A	71,6 A	73,2 A
05:00	23,7 B	24,9 A	73,6 A	71,8 A	71,4 B	73,2 A
05:30	23,6 A	24,7 A	73,7 A	72,1 A	71,4 A	72,8 A

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha, nos sistemas, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Verifica-se, na Tabela 12, que na maioria dos horários estudados para a terceira semana de vida das aves, houve diferença significativa entre os valores médios de T, UR e ITGU.

Pode-se observar, com base na Tabela 12 e na Figura 24, que os valores médios de temperatura do ar do ambiente interno, na terceira

semana de observação, foram mínimos próximo das 5:30 horas e máximos próximo das 13:00 horas.

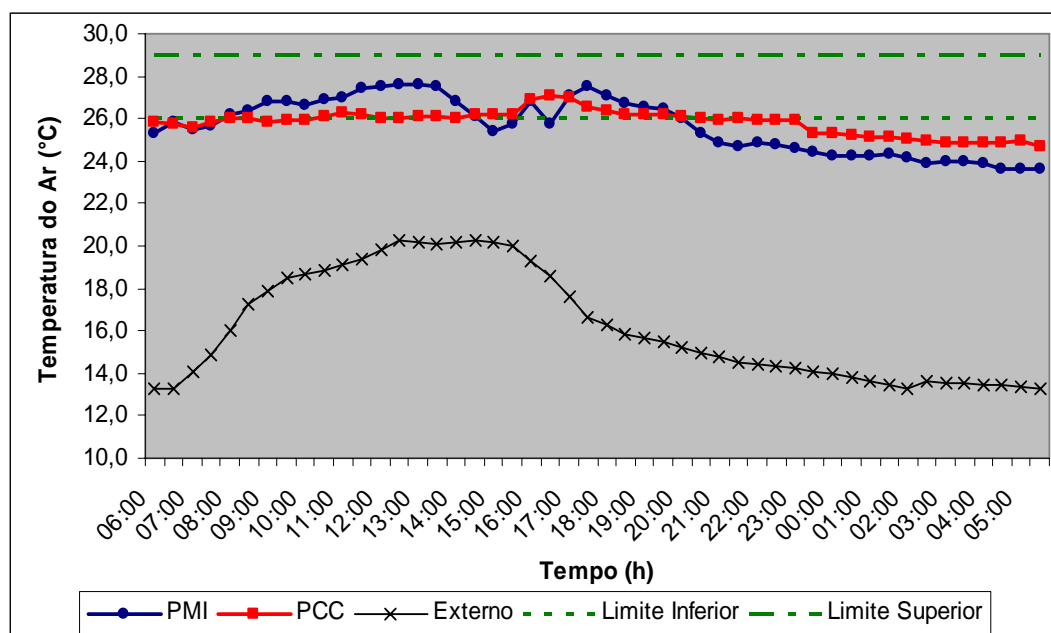


Figura 24 - Valores médios de temperatura do ar (°C), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais.

Observa-se também, assim como na primeira e segunda semana de vida das aves, que os valores médios de temperatura, observados nos tratamentos PMI e PCC, em função do horário, apresentaram comportamentos semelhantes. No entanto, observa-se que os tratamentos adotados não foram suficientes para manter as aves numa faixa ideal de temperatura (26 a 29°C) durante o período compreendido entre 21:00 às 8:00 horas, o que pode estar relacionado com o não abastecimento da fôrnelha durante a noite.

Com base nas Figuras 18, 21 e 24, observa-se, para as três primeiras semanas de vida das aves, que a amplitude térmica dentro das instalações foi menor que a amplitude externa, o que comprova que o alojamento e o sistema de isolamento e de aquecimento contribuíram de forma significativamente para a redução da amplitude térmica, favorecendo o bom desempenho das aves. No entanto, de acordo com as figuras mencionadas acima, observa-se que em alguns horários seria possível

suspender o aquecimento, minimizando dessa forma, custos adicionais com o consumo de lenha.

Com base na Tabela 12 e na Figura 25, podem-se observar os valores médios de Umidade Relativa do ar, na terceira semana de observação.

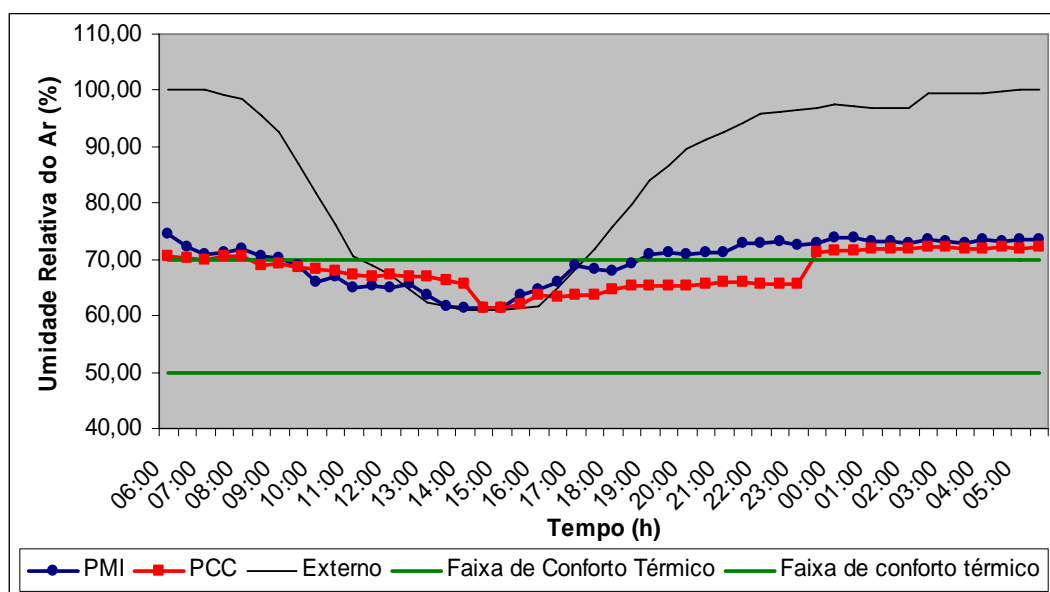


Figura 25 - Valores médios de Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais

Com base na Figura 25, pode-se verificar que os tratamentos PMI e PCC apresentaram valores de UR fora da faixa considerada adequada ao desenvolvimento dos animais, durante o período das 19:00 às 9:30 horas no tratamento PMI e das 00:00 às 8:30 horas para o tratamento PCC, na terceira semana de vida. Apesar do comportamento semelhante, o tratamento PMI apresentou valores ligeiramente superiores ao tratamento PCC, fato esse pode ser justificado devido à uma maior condensação de água observada no forro do tratamento PMI conforme já mencionado acima.

Pelas Figura 19, Figura 22 e Figura 25, observa-se que os valores médios de UR do ar no ambiente externo circunvizinho às instalações em análise, foram muito superiores aos obtidos para ambos tratamentos no ambiente interno, com os maiores valores pela manhã, decrescendo até aproximadamente 15:00 horas e crescendo novamente.

Os valores médios de ITGU em função dos horários de observação, durante a terceira semana de vida das aves, em cada tratamento, estão apresentados na Tabela 12 e Figura 26.

Segundo SANTOS (2008), um ambiente é considerado confortável para frangos com idade entre 8 e 21 dias quando apresenta ITGU variando de 70 a 78.

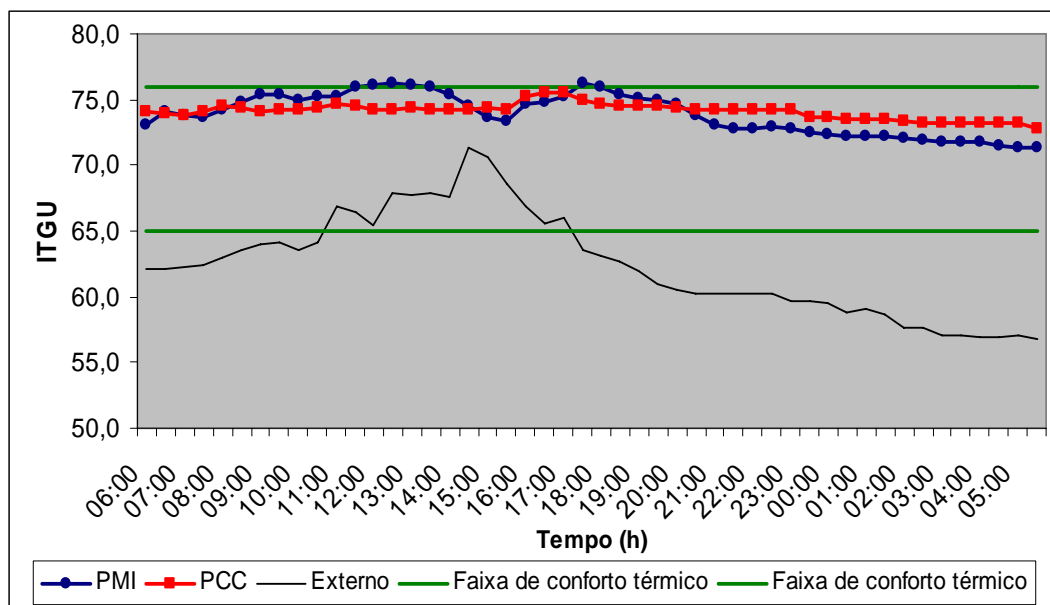


Figura 26 - Valores médios de Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), em intervalos de 30 minutos, observados nos tratamentos PMI e PCC, para a terceira semana de vida dos animais.

Com base na Figura 26, verifica-se em relação aos tratamentos adotados, que as condições de conforto foram alcançadas pelos dois galpões durante a terceira semana de vida das aves. No entanto, os valores médios de ITGU, para os dois tratamentos, estiveram muito próximos do limite superior da zona de conforto durante este período, indicando a possibilidade de suspensão do aquecimento durante alguns períodos do dia, minimizando, dessa forma, custos adicionais com energia.

5.2. Qualidade do Ar

As análises de variância para as variáveis de qualidade do ar, amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂) ao nível das aves encontram-se apresentadas na Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15, para os três horários de avaliação em relação aos valores médios diários verificados nas três primeiras semanas de vida das aves, referente aos tratamentos PMI e PCC. Vale ressaltar que não foi realizada análise de variância para o NH₃ na primeira semana de vida, pois os tratamentos não apresentaram concentrações NH₃.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância referente à primeira semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio		
		CO	CO ₂	O ₂
Dias (Blocos)	5	7,3531 ^{ns}	1188518,00*	0,03963 ^{ns}
Tratamento (T)	1	42,9743*	508389,60 ^{ns}	0,0210 ^{ns}
Erro (a)	5	8,2049	345485,00	0,01998
Horas (H)	2	40,7994 ^{ns}	932811,80*	0,02268 ^{ns}
T x H	2	24,2623 ^{ns}	161747,10 ^{ns}	0,02139 ^{ns}
Resíduo	20	12,9420	2112273,90	0,05511
CV (%)		77,71	21,25	1,12

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 14 - Resumo da análise de variância referente à segunda semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio			
		NH ₃	CO	CO ₂	O ₂
Dias (Blocos)	5	114,2815*	25,2697 ^{ns}	761281,9*	0,0113 ^{ns}
Tratamento (T)	1	52,1604*	176,2994*	8316495,0*	0,2390*
Erro (a)	5	7,6567	9,2846	333671,0	0,0516
Horas (H)	2	22,5648 ^{ns}	4,8734 ^{ns}	1029631,0*	0,1519*
T x H	2	2,6512 ^{ns}	0,2253 ^{ns}	288712,1 ^{ns}	0,0287 ^{ns}
Resíduo	20	11,1191	11,5679	600512,9	0,0315
CV (%)		65,24	105,25	25,90	0,86

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 15 - Resumo da análise de variância referente à terceira semana de vida das aves e ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação à qualidade do ar: amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂), presente nos galpões avícolas, e os respectivos coeficientes de segurança.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio			
		NH ₃	CO	CO ₂	O ₂
Dias (Blocos)	5	35,7214*	2,3234 ^{ns}	229966, ^{ns}	0,0714 ^{ns}
Tratamento (T)	1	84,7934*	3,5679 ^{ns}	131054, ^{ns}	0,00745 ^{ns}
Erro (a)	5	9,2628	2,3234	413932,3	0,3045
Horas (H)	2	374,2548*	0,9290 ^{ns}	9491367,0*	0,0896*
T x H	2	24,5364 ^{ns}	0,9290 ^{ns}	1293393,0*	0,0309 ^{ns}
Resíduo	20	10,9489	0,9512	295479,6	0,0811
CV (%)		26,00	309,81	24,39	0,43

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

*: Significativo ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste F.

5.2.1. Análise da Concentração de Amônia

Observa-se com base nas Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15, para os três horários de avaliação, que não houve efeito significativo da interação, entre os tratamentos e horários observados, em relação ao NH₃. No entanto, foram significativos os efeitos do tratamento, indicando existência de diferença na concentração de NH₃ para os tratamentos realizados.

Na Figura 27 estão apresentados os valores médios das concentrações de amônia correspondente as três primeiras semanas de vida das aves.

Segundo WATHES (1998), níveis de concentração de amônia dentro dos limites entre 10 a 20 ppm, são admissíveis para a produção avícola.

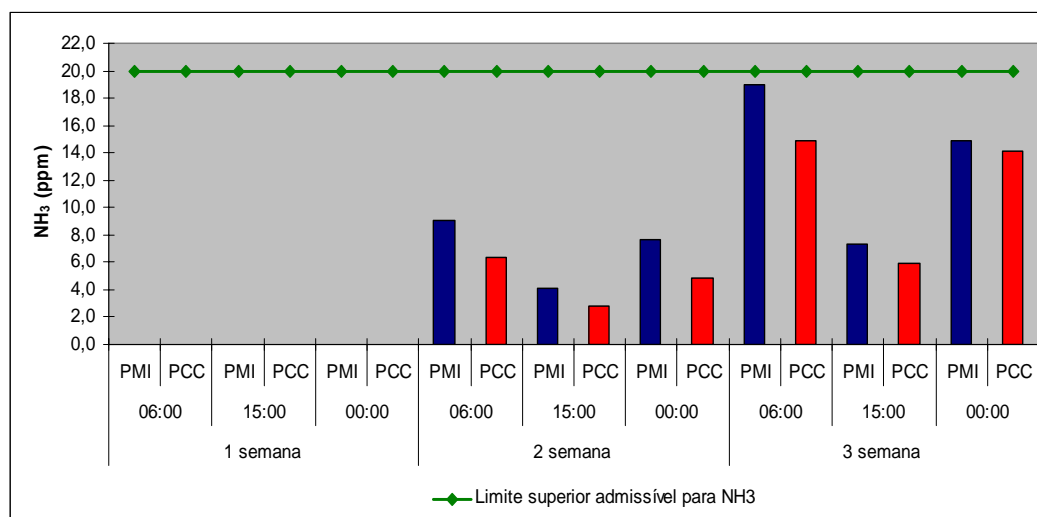


Figura 27 - Médias da concentração de amônia (NH₃), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.

Observa-se, com base na Figura 27, que para a primeira semana de observação, tanto no aviário submetido ao PMI quanto ao submetido ao PCC, não foram mensurados nenhuma concentrações de NH₃, durante a primeira semana de vida dos animais, o que pode ter ocorrido devido ao fato de se estar utilizando cama de casca de café nova, e/ou que o sistema de ventilação mínima estaria operando bem, e/ou estar relacionado à sensibilidade do instrumento de medição.

MENEGALI (2009), em experimento para avaliar diferentes sistemas de ventilação mínima para frangos de corte, encontrou valores de concentração de amônia abaixo de 0,2 ppm para frangos de corte durante a primeira semana de vida dos animais.

Em relação às médias semanais da concentração de amônia para a segunda e terceira semana de vida das aves, observa-se que houve aumento gradativo da concentração de amônia nos galpões para ambos tratamentos. Segundo MACARI E FURLAN (2001) os níveis de concentração de NH₃, são influenciados por fatores, como quantidade de excrementos dos animais, tempo de uso da cama (quanto mais tempo de uso, maiores serão os níveis de amônia observados), temperatura do ar, umidade e densidade de criação.

Na Figura 27, nota-se que as maiores concentrações de NH_3 ocorreram pela manhã, podendo tais concentrações estar associadas ao fato do galpão ter-se mantido fechado durante todo o período noturno e pela manhã antes da realização das medições, ainda não havia na maioria das vezes, sido efetuadas as operações de manejos.

Nota-se ainda, que os maiores valores médios de concentração de NH_3 , no período de utilização dos sistemas, foram observados no tratamento PMI, o que pode ser justificado pelo maior fechamento do galpão, reduzindo a taxa de renovação do ar, uma vez que as placas eram fixas, não sendo possível manejá-las durante o período experimental. Outra atenuante que pode justificar este resultado é a ocorrência de maiores valores de temperaturas e umidade relativa do ar, também provocadas pelo sistema com isolamento, o que levou a concentrações de amônia mais altas que as detectadas no tratamento PCC.

De acordo com COBB-VANTRESS (2005), exposição a 20 ppm de amônia por mais de 3 minutos causa danos ao trato respiratório e exposição a ambientes com concentrações iguais ou superiores a 25 ppm causa diminuição da produtividade dos animais.

5.2.2. Análise da Concentração de Dióxido de Carbono

Observa-se com base nas Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15, para os três horários de avaliação, que não houve efeito significativo da interação, entre os tratamentos e horários observados, em relação ao CO_2 durante as três primeiras semanas de vidas das aves. No entanto, houve efeito significativo da interação, entre os tratamentos e horário observados na terceira semana de vida das aves, conforme Tabela 15.

Os valores médios semanais de concentrações de CO_2 , encontrados nos tratamentos PMI e PCC, em ppm, nos três horários de estudo, são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16- Valores de concentrações médias semanais de CO₂, para os três horários de estudos nos tratamento PMI e PCC.

Galpão	CO ₂ (ppm)		
	6:00	15:00	00:00
PMI	2610,3aA	1243,9bB	2639,6aA
PCC	2111,1bA	1306,3cB	3448,3aB

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No entanto, foram significativos os efeitos do tratamento, indicando existência de diferença na concentração de CO₂ para os tratamentos realizados.

Segundo RONDÓN(2005), por considerar a qualidade do ar da instalação avícola como um dos parâmetros para certificação de bem estar animal, a União Européia, por meio da sua comissão de bem-estar animal, fixou que, para galpões avícolas, o limite máximo de concentração de dióxido de carbono medido a 30 cm do chão, deve ser em média 3000 ppm.

Na Figura 28 estão apresentados os valores médios das concentrações de dióxido de carbono correspondente as três primeiras semanas de vida das aves.

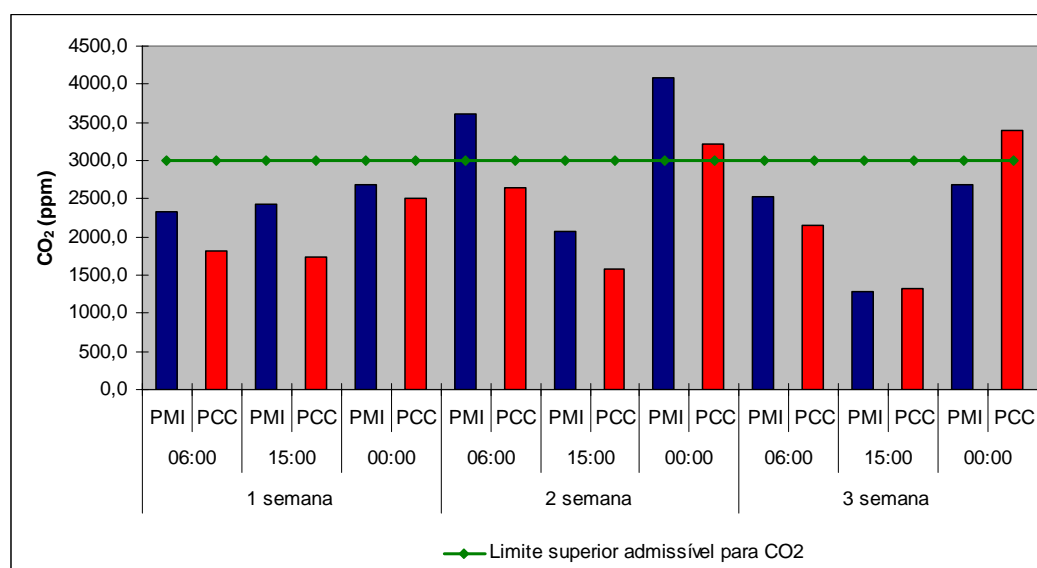


Figura 28 - Médias da concentração de dióxido de carbono (CO₂), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.

Ao analisar a Figura 28, observa-se que os valores médios de concentração de dióxido de carbono encontrados durante à primeira semana, foram inferiores ao limite máximo de tolerância citados acima por RONDÓN (2005) que é de 3000ppm. Observa-se também que, os maiores valores de concentração de dióxido de carbono foram encontrados no tratamento PMI. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que o tratamento PCC, em razão de uma menor autonomia do combustível, e de uma maior necessidade de abastecimento da fornalha, devido à perda de calor para o meio, foi mais freqüentemente visitado pelo granjeiro, o que ocasionou uma maior freqüência de abertura das cortinas para possibilitar o acesso do granjeiro em sua tarefa de averiguação da temperatura ambiental e reabastecimento da fornalha o que levou a uma maior circulação de ar e melhores valores de qualidade do mesmo, constatado pelos menores índices de CO₂.

Em relação às médias semanais da concentração de dióxido de carbono para a segunda e terceira semana de vida das aves, observa-se que os valores de concentração de dióxido de carbono foram superiores no tratamento PMI, sendo inclusive superiores aos valores estipulados pela União Européia, às 6:00 e 00:00 horas, na segunda semana de vida das aves.

A variação entre os horários noturnos/matutino (devido à ocorrência de funcionamento mais intenso dos sistemas de aquecimento) e diurnos, notada na Figura 28, pode estar associada à necessidade de renovação do ar, implementando, para isso, a ventilação e o manejo das cortinas durante o dia.

Alguns autores (COTTA, 2003; MACARI et al., 2004; ROSARIO et al., 2004) têm associado à síndrome da hipertensão pulmonar (ascite) com as condições ambientais. Por exemplo, uma queima mal feita da lenha pode gerar gases tóxicos, como o CO, que ao se transformar em CO₂ consome O₂ do ar. O ar tendo menos O₂ e associado ao crescimento rápido das aves pode favorecer o surgimento da ascite.

5.2.3. Análise da Concentração de Monóxido de Carbono

Observa-se com base nas Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15, para os três horários de avaliação, que não houve efeito significativo da interação, entre os tratamentos e horários observados, em relação ao monóxido de carbono (CO). No entanto, foram significativos os efeitos do tratamento, indicando existência de diferença na concentração de CO na primeira e segunda semana de vida das aves.

WATHES (1999) recomenda o limite de 10ppm de monóxido de carbono. Os valores encontrados nos dois ambientes estiveram dentro de uma faixa considerada de segurança, permitindo concluir que este fator não representou riscos às aves alojadas nos dois tratamentos.

Na Figura 29 estão apresentados os valores médios das concentrações de monóxido de carbono correspondente as três primeiras semanas de vida das aves.

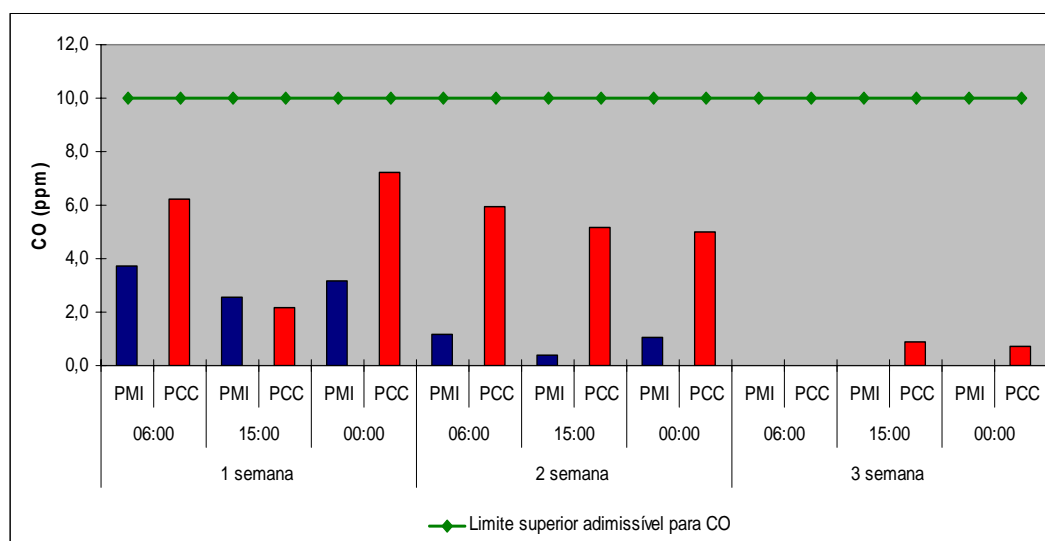


Figura 29 - Médias da concentração de monóxido de carbono (CO), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.

Observa-se que, os maiores valores médios de concentração de CO foram observados no tratamento PCC (sem material isolamento). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que o galpão, em razão de uma menor autonomia do combustível, teve uma maior necessidade de

abastecimento da fornalha, devido à perda de calor para o meio. Como o gás CO é oriundo da queima incompleta do combustível é aceitável os maiores valores terem sido detectado no tratamento PCC e no período matutino e noturno.

Outros fatores que podem ter contribuído para o aumento de CO são: umidade excessiva da lenha, aberturas desnecessárias da câmara de combustão e ocorrências de vazamentos.

Quanto aos menores valores de concentração de CO detectadas no tratamento PMI durante as três primeiras semanas de vida das aves, possivelmente, deve-se ao fato do menor acionamento do sistema de aquecimento devido à manutenção do calor interno, fato este observado *in loco*.

No entanto, vale ressaltar que os valores médios de monóxido de carbono (ppm) presente nos galpões avícolas estudados encontram-se abaixo daqueles valores máximos tolerados conforme sugeridos por WATHES (1999).

5.2.4. Análise da Concentração de Oxigênio

Observa-se com base nas Tabela 13, Tabela 14 e Tabela 15, para os três horários de avaliação, que não houve efeito significativo da interação, entre os tratamentos e horários observados, em relação ao O₂. No entanto, foram significativos os efeitos do tratamento, indicando existência de diferença na concentração de O₂ para os tratamentos realizados na primeira e segunda semana de vidas das aves.

Na Figura 30 estão apresentados os valores médios das concentrações de oxigênio correspondente as três primeiras semanas de vida das aves.

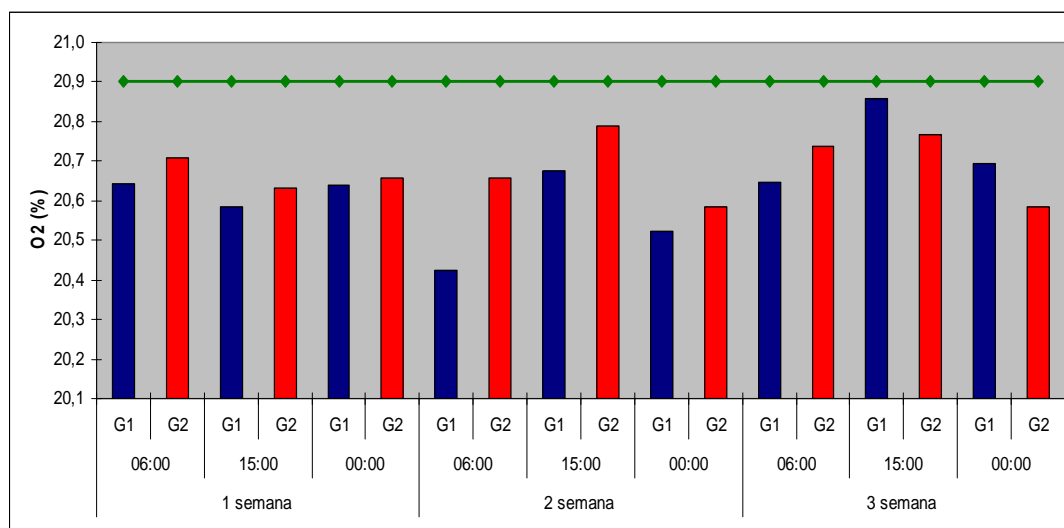


Figura 30 - Médias da concentração de oxigênio (O₂), em função dos horários observados, correspondentes aos tratamentos PMI e PCC, nas três primeiras semanas de vida das aves.

Considerando-se o nível de concentração de O₂ encontrados no ambiente interno, pode-se observar que os níveis estão um pouco abaixo do valor de 20,9% (condição de salubridade), esta condição pode ser um indicativo de que a ventilação mínima não funcionou da maneira correta. Entretanto, um correto dimensionamento da ventilação higiênica contribuirá para a melhoria na qualidade do ar.

5.3. Avaliação do desempenho das aves

Os valores médios semanais de desempenho animal observados durante o período experimental, incluindo o Consumo de Ração (CR), Peso Vivo (PV), Ganho de Peso (GP), Conversão Alimentar (CA) e Taxa de Mortalidade (TM) sob o efeito dos tratamentos PMI e PCC, estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17- Valores médios semanais de desempenho animal durante o período experimental.

Semana	CR (kg ave ⁻¹)		PV (kg ave ⁻¹)		GP (kg ave ⁻¹)		CA		TM (%)	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
1	0,204	0,197	0,166	0,171	0,128	0,133	1,6	1,5	0,5	0,5
2	0,333	0,333	0,408	0,386	0,242	0,214	1,4	1,6	0,3	0,3
3	0,641	0,634	0,777	0,782	0,369	0,396	1,7	1,6	0,3	0,5

Semana	CR (kg ave ⁻¹)		PV (kg ave ⁻¹)		GP (kg ave ⁻¹)		CA		TM (%)	
	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC	PMI	PCC
4	0,959	0,954	1,427	1,402	0,650	0,620	1,5	1,5	0,4	0,4
5	1,028	1,062	2,197	2,151	0,770	0,749	1,3	1,4	0,4	0,4
6	1,243	1,268	2,870	2,849	0,673	0,697	1,8	1,8	1,1	0,8

O resumo da análise de variância envolvendo os resultados de Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP), Conversão Alimentar (CA) e Taxa de Mortalidade (TM) em função dos sistemas de isolamento térmico, encontra-se apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Resumo da análise de variância referente ao efeito dos sistemas de isolamento térmico, em relação ao Consumo de Ração (CR), Ganho de Peso (GP), Conversão Alimentar (CA) e Taxa de Mortalidade (TM), durante o período experimental, com respectivo coeficiente de variação.

Fonte de Variação	G.L	Quadrado Médio					
		CR	PV	GP	GPP	CA	TM
Semanas (Blocos)	5	0,350044	2,230001	0,135531	0,29x10 ⁸	0,052278	0,109551
Tratamento	1	0,000079 ^{ns}	0,000891 ^{ns}	0,000041 ^{ns}	71055,47 ^{ns}	0,000106 ^{ns}	0,000001 ^{ns}
Resíduo	5	0,000194	0,000192	0,000335	81803,13	0,007278	0,014462
CV (%)		1,88	1,07	3,89	4,06	5,45	23,72

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

De acordo com os dados mostrados neste quadro, verifica-se que não houve diferença significativa entre os valores destas variáveis para os diferentes tratamentos. Por estes resultados, pode-se inferir que ambos os sistemas comportaram-se de forma semelhante em relação aos resultados de desempenho produtivo das aves, para as condições avaliadas.

5.3.1. Consumo de Ração

De acordo com os dados obtidos semanalmente nos tratamentos PMI e PCC, pode-se obter os valores médios de consumo de ração (kg ave⁻¹), durante os 42 dias de vida das aves, em cada um dos sistemas estudados, conforme Figura 31.

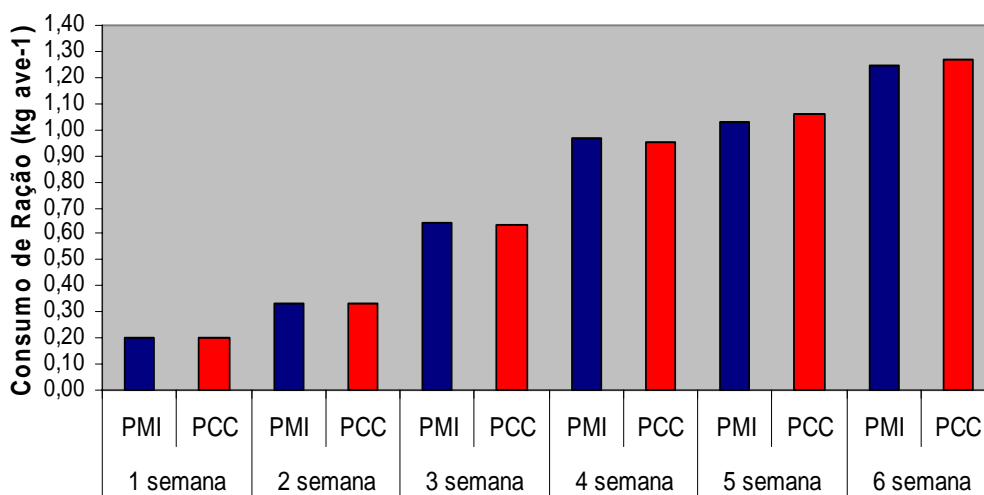


Figura 31 – Consumo de ração no período experimental.

Quanto ao consumo relativo ao longo das semanas, para os dois tratamentos, ocorreu um aumento considerável no consumo de ração nas três primeiras semanas e um aumento suave na quarta, quinta e sexta semana. Isto, provavelmente, devido a uma alimentação de elevado conteúdo protéico (rico em proteína) nas três primeiras semanas de vida, estimulando um crescimento precoce nos frangos, segundo (VALVERDE, 2001). Comportamento semelhante foi observado também por SILVA (2002).

De acordo com os dados encontrados, verifica-se que as aves criadas no tratamento PMI consumiram em média 31g a mais de ração em relação àquelas criadas no tratamento PCC. Este consumo de ração foi maior em relação ao outro tratamento nas três primeiras semanas de alojamento, o que pode ser justificado devido ao diferente programa de luz adotado, o qual resultou em maior consumo de ração para as aves submetidas ao maior fotoperíodo. MORAES et al. (2008), encontraram valores semelhantes em estudo realizados para aves submetidas a diferentes programas de luz.

Segundo FIGUEIREDO & AMARAL (2005), devido ao curto período de vida que a primeira semana de vida representa para as aves e baixo consumo de ração, todo investimento feito nesta fase de vida da ave, acaba sendo convertido em melhor resultado final.

5.3.2. Peso Vivo

Na Figura 32 encontram-se os valores do peso vivo dos animais nos tratamentos PMI e PCC durante o período experimental.

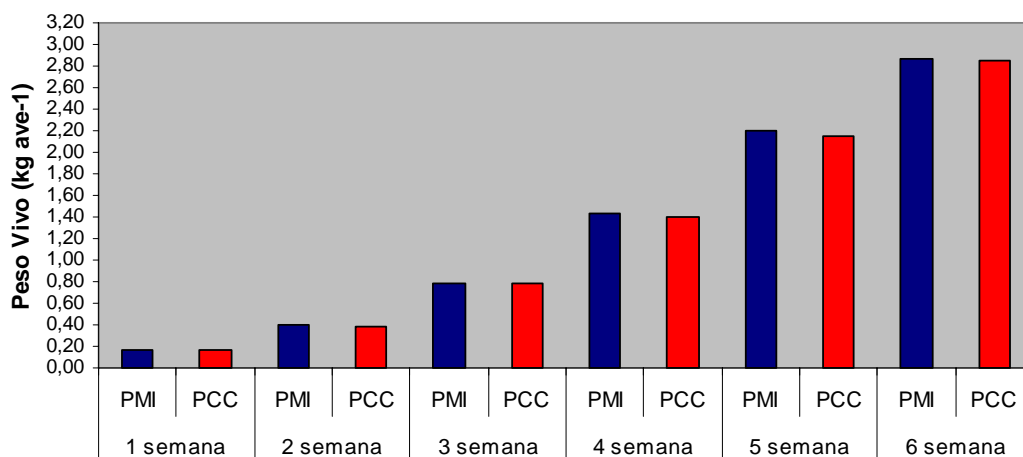


Figura 32 – Peso vivo das aves durante o período experimental.

Observa-se pela Tabela 17 e Figura 32, que as aves submetidas ao sistema com isolamento térmico (tratamento PMI), apresentaram um peso final de abate 21g superior a aves submetidas ao tratamento PCC. Este fato pode ser justificado devido ao maior consumo de ração das aves no tratamento PMI em relação ao PCC. Segundo VIGODERIS (2006), este fato também pode ser explicado devido ao fato de que as aves submetidas ao tratamento PMI foram expostas a menor desconforto térmico durante a fase de aquecimento, representados pelos maiores valores de temperatura do ar nas três semanas de vida. Assim, em seu mecanismo de manutenção da homeotérmica, os animais no tratamento PMI gastaram menos energia em mecanismo de termorregulação, do que os submetidos ao tratamento PCC.

De acordo com Mendes e Patrício (2004), o peso médio de frangos de corte na criação mista, para diferentes linhagens comerciais, é em média, aos 35 dias, de 1.886 g. Baseando-se nessa citação e na Tabela 17, as aves criadas no tratamento PMI apresentaram, em média, PV de

311 g a mais, enquanto as aves no tratamento PCC apresentaram 265 g a mais.

Com base no peso vivo final das aves, obtido nos tratamentos PMI e PCC, fez-se uma comparação da produção em kg de ave m⁻² final obtida (Tabela 19).

Tabela 19-Valores de peso vivo para a respectiva densidade utilizada e produção obtida ao final dos 42 dias de vida das aves.

Galpão	Peso vivo (kg ave⁻¹)	Densidade final (ave m⁻²)	Produção (kg ave m⁻²)
PMI	2,870	11,8	33,9
PCC	2,849	11,8	33,6

Pode-se observar que, ambos os sistemas de acondicionamento de ambiente proporcionaram uma boa produção. No entanto, a produção no tratamento PMI foi 0,3kg de ave m⁻² superior ao tratamento PCC, o que equivale a um aumento na produção de 390 Kg de aves galpão⁻¹.

5.3.3. Ganho de Peso

Observa-se pela Tabela 18, que estatisticamente não há diferença significativa entre os tratamentos. No entanto, é possível verificar que até a terceira semana este ganho foi mais acentuado.

Na Figura 33 encontram-se os valores do ganho de peso das aves nos tratamentos PMI e PCC durante o período experimental.

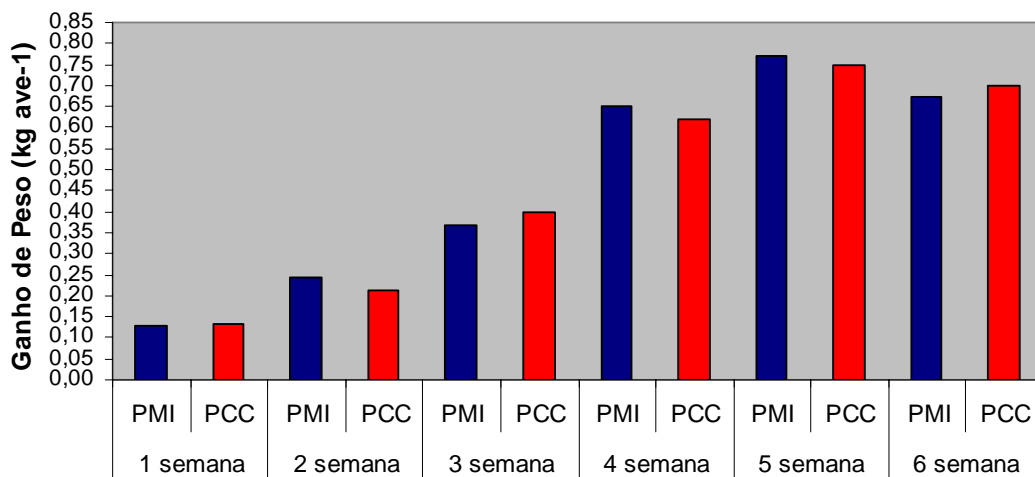


Figura 33 – Ganho de Peso das aves durante o período experimental.

De acordo com a Figura 33, o comportamento do GP acompanhou a tendência do consumo de ração, com exceção da última semana onde houve um decréscimo no ganho de peso.

Segundo ARADAS (2001) o ganho de peso das aves é influenciada pela idade, genética, conversão alimentar e pelo ambiente.

5.3.4. Conversão Alimentar

Em relação à conversão alimentar, observa-se na Tabela 17 e Figura 34 os valores médios para conversão alimentar, durante os 42 dias de vida das aves, nos tratamentos PMI e PCC.

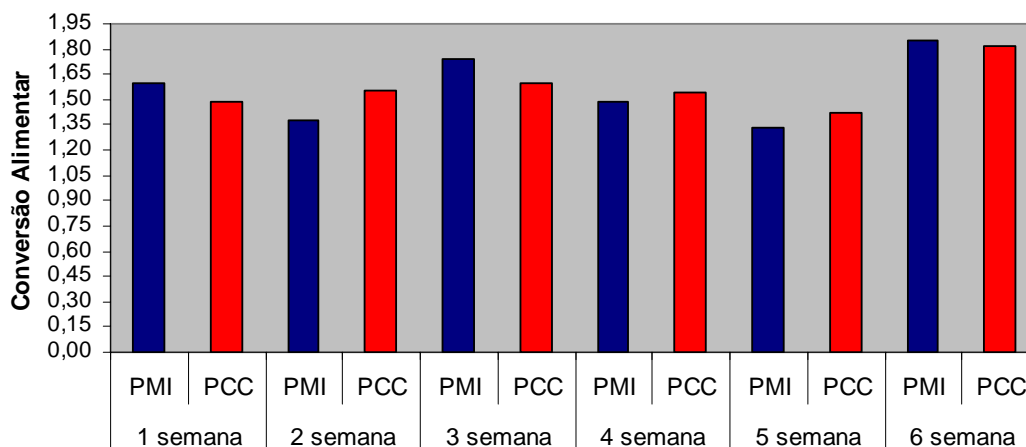


Figura 34 – Conversão alimentar das aves durante o período experimental.

Os resultados obtidos nos dois galpões estudados mostram semelhanças na eficiência na conversão alimentar, ao se confrontar com o valor padrão da linhagem em que teriam potencial genético para chegar a 1,80 aos 42 dias de vida (AGROCERES, 2000).

5.3.5. Mortalidade

Na Figura 35 encontra-se o perfil de mortalidade registrado nesse estudo. É possível verificar que o tratamento PMI (com material isolante) apresentou menores taxas de mortalidades durante as três primeiras semanas, o que mostra que, a manutenção das aves numa faixa de temperatura mais adequada as suas exigências ambientais, resulta em menores valores de mortalidade. No entanto, a taxa de mortalidade do tratamento PMI na sétima semana foi superior à taxa de mortalidade no tratamento PCC.

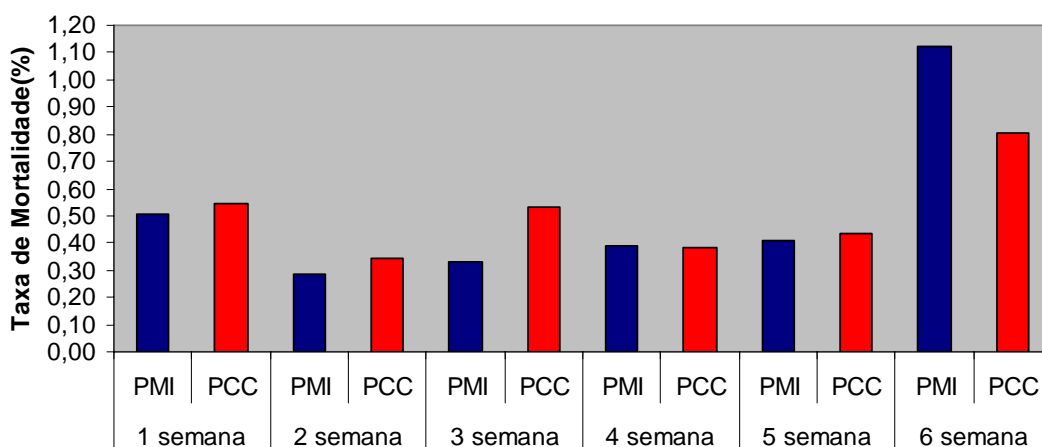


Figura 35 – Taxa de Mortalidade durante o período experimental.

Observa-se também na figura acima, que as maiores taxas de mortalidade foram verificadas na primeira e sexta semana da vida das aves, comportamento semelhante foi observado em experimento realizado por MENEGALI (2009).

A soma da taxa de mortalidade da primeira à sexta semana de vida das aves para os tratamentos PMI e PCC foram de 3,04 %. Ao comparar

estes valores com aqueles citados por ALBINO (1998) como índices de mortalidade aceitáveis para produção de frangos de corte, pode-se verificar que os valores encontrados neste experimento estão abaixo da faixa aceitável, que é de 4 a 5%.

Segundo ENGLERT (1998), na última semana de vida das aves, valores até 3% de taxa de mortalidades é normal para frangos de corte.

5.4. Consumo do combustível utilizado no sistema de aquecimento

O cálculo de consumo de combustível utilizado no sistema de aquecimento foi realizado para os dois tratamentos PMI e PCC. Os dados médios de consumo estão apresentados na Tabela 20, durante o período de aquecimento.

Tabela 20- Consumo de lenha de eucalipto durante fase experimental.

Semana	Trat	Consumo de lenha (st)*	Consumo de lenha (m ³)**	Volume total (m ³)
1	PMI	4,66	3,11	
2	PMI	3,02	2,01	5,63
3	PMI	0,76	0,51	
1	PCC	6,78	4,52	
2	PCC	4,58	3,05	8,53
3	PCC	1,43	0,95	

*st (metro estéreo) é um metro cúbico de madeira empilhada desuniformemente.

**m³ = st/1,5.

Observa-se, de acordo com a Tabela 20 que a fornalha do tratamento PCC, sem material isolante, consumiu 1,41 m³ (31%), 1,04 m³ (34%) e 0,44 m³ (46,3%) a mais de lenha de eucalipto na primeira, segunda e terceira semana, respectivamente, quando comparada com o tratamento PMI. Esse fato pode ser justificado devido ao uso das cortinas plásticas como material isolante no tratamento PCC. As mesmas protegem as aves recém nascidas, evitando que haja correntes de ar nos galpões, no entanto, permite perda de calor interno para o ambiente externo, sendo assim, para conseguir manter a temperatura dentro da zona de conforto, é necessário um maior abastecimento de lenha na fornalha.

SANTOS (2008), em experimento realizado com frangos de corte durante fase inicial sob dois sistemas de aquecimento (lenha e gás liquefeito de petróleo) encontrou um consumo de lenha de 9,8 m³ em 10 dias, o que mostra que, apesar do tratamento PCC ter apresentado um consumo de lenha superior ao tratamento PMI, o mesmo apresentou um consumo de lenha menor quando comparado com outros experimentos. Vale ressaltar que o consumo de lenha está relacionado com as condições climáticas, com a época do ano, com o sistema de aquecimento e até mesmo com as características construtiva da instalação, podendo variar de um galpão para o outro.

Na Tabela 21, apresenta-se uma estimativa do custo por kg de frango produzido nos dois tratamentos, durante o período experimental.

Tabela 21 - Custo por kg de carne de frango produzido em cada galpão (Com e sem isolamento).

Galpão	Consumo ⁽¹⁾ (st)	V.U ⁽²⁾	CT ⁽³⁾	GP ⁽⁴⁾	C ⁽⁵⁾
PMI	8,44	40,00	337,6	11265,3	0,029
PCC	12,79	40,00	511,6	11173,5	0,046

(1) Consumo médio de lenha no período experimental.

(2) Valor unitário do st de lenha na Zona da Mata Mineira em setembro de 2009, em R\$ (www.cisflorestas.com.br).

(3) Custo do combustível durante o período experimental, em R\$.

(4) Ganho de peso de carne durante o período de aquecimento, em kg, obtido conforme resultado da Tabela 11 para GP dos lotes.

(5) Custo do combustível em cada kg de carne produzida durante a fase de aquecimento.

A lenha utilizada como combustível no tratamento PMI, com material isolante, apresentou economia da ordem de 37% em relação ao tratamento PCC para produzir um 1 kg de carne no período de aquecimento.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frangos (ABEF, 2009), para o ano de 2009 é esperada uma produção de 3,8 milhões de toneladas. Supondo que todos os galpões apresentassem as mesmas características construtivas e que os mesmos estivessem instalados em regiões com as mesmas condições climáticas da região onde foi realizado o experimento, a implantação do material isolante nas granjas, ocasionaria uma economia de aproximadamente R\$64,6 milhões de reais no período de aquecimento.

Esses resultados indicaram que é atrativa a utilização do material isolante durante a fase de aquecimento, pois pode proporcionar menor valor na composição final do custo de produção do frango.

No entanto a utilização do material isolante causou um escurecimento no interior da instalação, sendo necessária à permanência das luzes acesa por um intervalo de tempo maior, o que ocasionou um aumento de 22,6% no consumo energético, conforme apresentado na Tabela 22.

Tabela 22 - Custo por kg de carne de frango produzido em função do sistema de aquecimento e isolamento.

Galpão	Consumo Lâmpadas (kwh)	Consumo Exaustores (kwh)	Consumo Total (kwh)	Custo⁽¹⁾	Total R\$
PMI	21,78	57,4	79,1	0,35	27,70
PCC	3,78	57,4	61,2	0,35	21,42

(1) Custo do kWh na zona rural na Zona da Mata Mineira, em R\$ (CEMIG).

Este aumento energético pode ser sanado com um manejo das placas utilizadas no sistema de isolamento durante o dia. A escolha adequada dos componentes deverá ser criteriosa para o correto funcionamento do sistema de aquecimento, especial no que se refere ao isolamento térmico.

No entanto, o fornecimento de luz, no tratamento PMI, por um tempo maior na fase inicial de vida dos frangos de corte, pode ter acarretado um maior consumo alimentar, o que também justificaria o maior consumo de ração e o maior ganho de peso dos animais.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados do experimento, pode-se concluir que:

- ✓ Em relação às variáveis climáticas e índices de conforto térmico, durante a primeira fase (1-21 dias de idade das aves), os dois tratamentos foram capazes de manter as aves em condições de conforto térmico no interior dos galpões, no entanto, o tratamento PMI foi o mais eficiente.
- ✓ De um modo geral a concentração de amônia, de dióxido e monóxido de carbono e oxigênio, mensurada no interior dos galpões dos dois tratamentos durante a primeira fase foram inferiores àquelas consideradas de risco à saúde das aves; à exceção do CO₂ detectados durante a madrugada e a noite, que ultrapassou os limites recomendados para as aves na segunda e terceira semanas de idade. Com relação ao nível de concentração de O₂ encontrados no ambiente interno, pôde-se observar que os níveis estão um pouco abaixo da condição de salubridade. Esta condição é ser um indicativo de que a ventilação mínima não funcionou da maneira correta.
- ✓ Com relação ao desempenho animal das aves, pode-se inferir que ambos os tratamentos proporcionando uma boa produção, em kg de ave m⁻². No entanto, a produção no tratamento PMI foi superior ao tratamento PCC.
- ✓ A fornalha do tratamento PMI consumiu menos lenha de eucalipto na primeira, segunda e terceira semana, respectivamente, quando comparada com o tratamento PCC.
- ✓ O tratamento PMI apresentou economia em relação ao tratamento PCC para produzir um 1 kg de carne no período de aquecimento. No entanto a utilização do material isolante

causou um escurecimento no interior da instalação, sendo necessária à permanência das luzes acesa por um intervalo de tempo maior, o que ocasionou um aumento no consumo energético.

Esses resultados indicaram que é atrativa a utilização do material isolante durante a fase de aquecimento, pois pode proporcionar menor valor na composição final do custo de produção do frango. No entanto a utilização do material isolante ocasionou um escurecimento no interior da instalação, sendo necessária à permanência das luzes acesa por um intervalo de tempo maior, o que ocasionou um aumento no consumo energético. Entretanto este aumento energético pode ser sanado com o manejo das placas utilizadas no sistema de isolamento durante o dia.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEF – Associação Brasileira de Produtores e Exportadores de Frango de Corte. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/Estatisticas/>>. Acesso em: 30 setembro 2009.

ABREU, P. G.de; ABREU, V. M. N. Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).

ABREU, P. G.de; ABREU, V. M. N. Pontos importantes para frangos de corte no período frio. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 5p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 63).

ABREU, Paulo Giovani; ABREU, Valeria Maria Nascimento; COMARELLA, Camila Geórgia. Ventilação cruzada em zig-zag em aviário de matrizes de corte. 5 p. Comunicado Técnico – Embrapa, 2001.

ABREU, V. M. A. & ABREU, P.G. Diagnóstico Bioclimático para Produção de Aves na Meso-região Centro Sul Baiano. Embrapa Suínos e Aves, dezembro de 2003.

AGROCERES, Manejo dos pintos, In: Manual de manejo de frango de corte AGROSS, Rio Claro - SP, p. 9-13, 1997.

ALBINO, L. F. T. Frango de corte, manual prático de manejo e produção. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 1998. 72 p.

ALENCAR M.C.B.; GONTIJO, L.A.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; MIRAGLIOTTA, M.Y. A saúde ocupacional na produção de frangos de corte no Brasil: será que sabemos o bastante? In: SEMINÁRIO POLUENTES AÉREOS E RUÍDOS EM INSTALAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ANIMAIS, 2002, Campinas. Anais... Campinas, SP, 2002. p. 57-62.

ARADAS, M. E. C. Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade. 106 p. Campinas. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2001.

ARADAS, M. E. C. Avaliação do controle do ambiente em galpões de frangos de corte criados em alta densidade. 106 p. Campinas. Tese (Doutorado), Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas, 2001.

AVICULTURA INDUSTRIAL, Granjas automatizadas. 2003. Avicultura industrial,<http://aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?ID=4311&tipo_tabela=cet&categoria=eq_uipamento>, acesso em 15 de outubro de 2009.

AVILA, V.S. Aspectos importantes a considerar na criação de frangos de corte no período frio. Versão eletrônica, 2004. Disponível em: WWW.cnpsa.embrapa.br. Acesso em 15 de setembro de 2009.

BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – Conforto animal Viçosa, MG: UFV, 1997. 246 p.

BAÊTA, F.C. Planejamento de instalações avícolas considerando as variações de temperatura. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1995. p.123-9.

BAIÃO, N. C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo. Anais. Campinas, SP: FACTA, 1995. p. 67-75.

BUFFINGTON, C. S., COLLAZO-AROCHO, A., CANTON, G. H., PITT, D., THATCHER, W. W., COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

BUTOLO José Eduardo, Iluminação – importância e tipos. 2003. AveSite Ciência & Tecnologia, <<http://avisite.com.br/cet/5/09/index.shtml>>, acesso em 15 de outubro de 2009.

CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. Intoxicações – Parte 2. In: Avicultura industrial. Ed. 1091, jul. 2000.

CIGR - Commission Internationale du Génie Rural, Climatization of animal houses. Aberdeen: Scottish Farm Buildings Investigation Unit, 1989 (2nd Report of Working Group).

COBB. Broiler Management Guide. Arkansas: Cobb-Vantress USA, 2008. 65p.

COBB-VANTRESS. Guia de manejo de pollo de engorde. Siloam Springs, Arkansas, 2005. 63p. Disponível em <http://www.cobbvantress>, com acesso em 13 de novembro de 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. Relatório de atividades 2001 – Racionamento de energia. Brasil, 2001.

CONY, A. V.; ZOCHE, A. T. Manejo de frango de corte. In: MENDES, A. A.; NÃAS, I. A.; MACARI, M. (Eds.). Produção de frangos de corte. Campinas, SP: FACTA, 2004, p. 117-136.

CORDEIRO, M.B. Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. Viçosa: UFV, 2007. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 2007.

- CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: The Iowa State University Press, 1983; 409 p.
- CZARICK, M.; FAIRCHILD, B. Minimum Ventilation Rates. Poultry Housing Tips, v.19, n.1, p. 1-4, 2007.
- DIONELLO, N. J. L. Respostas fisiológicas associadas à termotolerância em pintos de corte de duas linhagens por exposição a altas temperaturas. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n.1, p. 79-85, 2002.
- ELLIOT, H.A. & COLLINS, N.E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. Transactions of the ASAE, v.25, p.413-424, 1982.
- ENGLERT, S. I. Avicultura: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade. 6ª ed. Porto Alegre, Editora Agropecuária, 1987. 288p.
- ESMAY, M. L. Principles of animal environment. Environmental Engineering in Agriculture and Food Series. The AVI Publishing Company, Inc. 1982. 325p.
- FERREIRA, L.F.S.A.; TURCO, J.E.P. Avaliação do consumo e custo de energia elétrica em galpão para criação de frangos de corte em dois ciclos de criação. In: AGREENER. III Encontro de Energia no Meio Rural, UNICAMP, Campinas-SP, 12 a 15 de setembro de 2000, CD-ROM.
- FIGUEIREDO, C.H.R; AMARA, R. Importância e benefícios da dieta pré-inicial diferenciada para pintinhos na primeira semana. VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura – Avesui Centro-Oeste. Seminários Técnicos de Avicultura. Anais. Goiânia/GO, 2005.
- FONSECA, J. M. Efeito do sistema de ventilação em túnel no conforto ambiente e na produção de frango de corte em alta densidade. Viçosa, MG: UFV, 1998. 57p. (Dissertação Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FREIRE, W.J. Instalações para Aves (apostila) - Faculdade de engenharia Agrícola UNICAMP (1997).
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 04 a 06 de abril de 2006, Chapecó, SC. Anais... Chapecó, SC, Brasil.
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 04 a 06 de abril de 2006, Chapecó, SC. Anais... Chapecó, SC, Brasil.
- GOUTIER, M. Avicultura brasileira encerra ano com superávit de vendas. Jornal Tribuna do Norte. (<http://tribunadonorte.com.br/noticia.php?id=94973>, capturado em 14 de agosto de 2009).

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.; 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, J.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K. H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J. O.; WATHES, C. O. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*. London, v. 70, n. 1, p. 79-95, 1998.

GUIMARÃES, M. C. C. INVENTÁRIO DE CARACTERÍSTICAS ARQUITETÔNICO-AMBIENTAIS ASSOCIADO A SISTEMAS DE ACONDICIONAMENTO TÉRMICO DE GALPÕES AVÍCOLAS. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 2009.

HEIER, B. T.; HOGASEN, H. R.; JARP, J. Factors associated with mortality in Norwegian broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 53, n. 1-2, 2002. p.147-158.

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

HELLMEISTER FILHO, P. et al. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa/MG, v. 32, n. 6, p. 1883-1889, 2003.

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*. London, v. 70, n. 1, p. 119-129, 1998.

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry: a review. *The Veterinary Journal In Press: Corrected Proof*. 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 15 de outubro de 2009.

LIMA, A. M. C. Avaliação de dois sistemas de produção de frango de corte: uma visão multidisciplinar. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambiente)). Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2005.

MACARI, M. Equilíbrio Hídrico em frangos de corte criados em diferentes densidades. In: MACARI, M. (eds.). *Água na avicultura industrial*. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1996, p.53-71.

MACARI, M., FURLAN, R. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas.

In: MENDES, A.A., NÄÄS, I.A., MACARI, M. Produção de Frangos de Corte. Campinas: FACTA, 2004. p. 137 – 155.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Campinas: FACTA, 2001.

MARTIN, J. G., BUCKLIN, R. A. Design e layout of dairy freestall housing for the southeast. Transaction of ASAE. Atlanta, 1994.

MEDEIROS, C. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa/MG, v.13. n.4, 277- 286, Out./Dez., 2005

MENEGALI, I. Projeto e avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima e diagnóstico de sua influência no desempenho produtivo de frangos de corte. 100 p. Viçosa. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Agrícola – UFV. 2009

MENEGALI, I. Diagnóstico da qualidade do ar na produção de frangos de corte em instalações semi-climatizadas por pressão negativa e positiva, no inverno, no sul do Brasil. Viçosa, MG: UFV, 2005. 78p. (Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2005.

MILHAS, D. M.; BRANTON, S. L.; LOTT, B. D. Atmospheric Ammonia Is Detrimental to the Performance of Modern Commercial Broilers 2004 Poultry Science 83:1650-1654. Disponível em: <http://www.poultryscience.org/ps/journal.asp?Society=PSA&month=10&year=2004#2>, acesso em 15 de setembro de 2009.

MORAES, D.T.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; GONZALEZ, M.L.; AGUILAR, C.A.L.; LANA, A.M.Q. Efeitos dos programas de luz sobre desempenho, rendimento de carcaça e resposta imunológica em frangos de corte. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.60, n.1, p.201-208, 2008.

MORAES, S.R.P.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.C. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I. J. O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001. p. 75-149.

MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção de animais. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 22. Ilhéus, 1993. Anais... Ilhéus/BA: SBEA - CEPLAC, v.1, p.42-46, 1993.

NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; ARADAS, M.E.C.; SILVA, I.J.O.; BARACHO, M.S. Ambiência na produção de aves em clima Tropical. Editado por Iran Jose Oliveira da Silva. Piracicaba-SP, 2001. 200p. v.1.

NADER, A S.; BARACHO, M. S.; NÄAS, I. A ; SAMPAIO, C. A. P. Avaliação da qualidade do ar em creche de suínos. In: SEMINÁRIO: POLUENTES AÉREOS E RUÍDOS EM INSTALAÇÕES PARA PRODUÇÃO DE ANIMAIS, 2002, Campinas. Resumos... Campinas, SP, setembro de 2002. p 49-56.

PERDOMO, C.C. Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., SIMPÓSIO SOBRE AVICULTURA E SUÍNOCULTURA, 2001, Piracicaba. Anais... 1 CD- ROM.

PIASENTIN, J.A. Conforto medido pelo índice de temperatura de globo negro e umidade relativa na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, MG. Viçosa: UFV, 1984. 98p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. In: Aveworld. dez./jan. 2004.

RONDÓN, E. O. O. Manejo de calidad del aire er avicultura. Revista Indústria Avícola, Mount Morris, v. 52, n. 10, p. 18-22, 2005.

ROSA, Y. B. C. J. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1984.

ROSÁRIO, M. F.; SILVA, M. A.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Síndrome ascítica em frangos de corte: uma revisão sobre a fisiologia, avaliação e perspectivas. Ciência Rural, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1987-1996, nov./dez., 2004.

ROSS. Broiler Management manual. Scotland, UK: Aviagem, 2009. 112p.

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

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

SALLES, S.C.; TEIXEIRA N.M. Escolha de tarifas e suas implicações. Energia na Agricultura, v.14, n.2, p.1-6. Disponível em: <<http://www.fca.unesp.br/posgradua/Energia/revista/V14N29/142sonia.pdf>> Acesso em: 12 de setembro de 2009.

SAMPAIO, C.A.P. Caracterização dos ambientes térmico, aéreo e acústico em sistemas de produção de suínos, nas fases de creche e terminação. 2004. 130 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambientação) – Faculdade de Engenharia Agrícola - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, P. A. QUALIDADE DO AR, CONFORTO TÉRMICO E DESEMPENHO DE FRANGO DE CORTE EM DOIS SISTEMAS DE AQUECIMENTO E DE VENTILAÇÃO. 107 p. Viçosa. Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Agrícola – UFV. 2008.

SILVA, I.J.O.; GUELFILHO, H.; CONSIGLIERO, F.R. Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos. Engenharia Rural, Piracicaba, v.1. n.2, p.43-55, 1990.

SILVA, A., NÄÄS, I.A. Equipamentos para aquecimento e refrigeração. Produção de frangos de corte / editado por Ariel Antônio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 2004. 356p.

SILVA, I. J. O. Ambientação na produção de aves em clima tropical. Piracicaba/SP, v. 2, p. 150 - 204, 2002.

SILVA, A., NÄÄS, I.A. Equipamentos para aquecimento e refrigeração. Produção de frangos de corte / editado por Ariel Antônio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 2004. 356p.

SILVA, R. B. T. R.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; SILVEIRA, N. Legislação da proteção e do direito dos animais: o reflexo da proposta brasileira para a avicultura. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/cet/trabalhos.asp?codigo=85>>. Acesso em: 01 outubro de 2009.

SOUSA, P. Avaliação do índice de conforto térmico para matrizes em gestação segunda as características do ambiente interno. 2002. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola (Construções Rurais e Ambientação)) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2002.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; FERREIRA, W. P. M.; SILVA, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 26, n. 1, p.157-164, 2002.

STRINGHINI, J. H. Avaliação do Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos de Corte Criadas em Goiás. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 32, n. 1, p. 183-190, 2003.

TEIXEIRA, V. H. Construções e ambientação para aves e suínos. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2002.

TEIXEIRA, V.H. Construções e Ambientação - instalações para aves e suínos. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 181 p.

TEIXEIRA, V.H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 1983.

TEIXEIRA, V.H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. Viçosa, MG: UFV, 1983. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

TELES, M.L. Avaliação do progresso técnico da suinocultura do oeste-catarinense: seus reflexos sobre os resultados econômicos 1980/1999. 2001. 171 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Econômicas, Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas – IEPE, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TERZICH M., QUARLES, C., GOODWIN, M.A., BROWN, J. Effect of poultry litter treatment on death due to ascite in broiler. Avian Dis. 42.p. 385-387, 1998

TINÔCO, I.F.F. A granja de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÃÃS, I. A.; MACARI, M. (Eds.). Produção de frangos de corte. Campinas, SP: FACTA, 2004.p. 55-84.

TINÔCO, I. F. F.; FIGUEREDO, J.L.A.; SANTOS, R.C.; PAULA, M.O.; VIGODERIS, R.B.; PUGLIESI, N.L. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.6, n.1, p.142-6, 2002.

TINÔCO, I. F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: TEIXEIRA, V.H.; FERREIRA, L. Lavras: UFLA/SBEA, 1998. p.1-86.

TINÔCO, I.F.F. Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte, e condições de verão e outono. 1996. 169 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

TINÔCO, I.F.F. Resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de cortes. Viçosa, UFV, 1988. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.

TURCO, J.E.P.; MILANI, A.P.; FURLAN, R.L.; MACARI, M. Análise do consumo de energia elétrica e eficiência de conjuntos motor-ventilador utilizados na avicultura brasileira, Engenharia Agrícola, Jaboticabal-SP, v.18, n.1, p.1-12, set., 1998.

UBA – União Brasileira de Avicultura. Avicultura enfatiza necessidade de recursos para prevenção e sanidade, Brasília, v. 13, n. 67, nov. de 2006.

VALE, M. M. ; Daniella Jorge de Moura ; NÄÄS, I.A. ; OLIVEIRA, S.R.M. ; RODRIGUES, L. H. A. . DATA MINING TO ESTIMATE BROILER MORTALITY WHEN EXPOSED TO HEAT WAVE. Scientia Agricola, v. 65, p. 223-229, 2008

VIEIRA, N. M. ; DIAS, Roberto Serpa . Uma Abordagem Sistêmica da Avicultura de Corte na Economia Brasileira. In: XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005, Ribeirão Preto - SP. Anais do XLIII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.

VIGODERIS, R.B. Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil. Viçosa: UFV, 2006. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 2006.

WATHES, C.M.; JONES, C.D.R.; WEBSTER, A.J.F. Ventilation, air hygiene and animal health. Veterinary Record, v.113, p. 554 – 559, 1983 citado por KRISTENSEN, H.H. & WATHES, C.M. Ammonia and poultry welfare: a review. World's Poultry Science Journal, Beekbergen, v.56, n.3, p.235-245, 2000.

WHATES, C.M. Strive for clean air in your poultry house. World Poultry, v. 15, n.13, p. 17-79, 1998.

YAHAV, S. Heat stress in broiler. Anais da AMEVEA, p. 28-37, Equador, 2002.

ZANOLLA, N. Sistema de ventilação em túnel e sistema de ventilação lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. Viçosa: UFV, 1998. 81p. Dissertação (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.