

IRENE MENEGALI

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MÍNIMA
SOBRE A QUALIDADE DO AR E O DESEMPENHO 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

M541a
2009

Menegali, Irene, 1976-

Avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima
sobre a qualidade do ar e o desempenho de frangos de corte /
Irene Menegali. – Viçosa, MG, 2009.
xvi, 109f.: il. ; 29cm.

Orientador: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 102-109.

1. Frango de corte - Instalações. 2. Construções rurais -
Aquecimento e ventilação. 3. Ar - Controle de qualidade.
4. Frango de corte - Criação - Aspectos ambientais.
5. Indicadores ambientais. 6. Frango de corte - Registro de
desempenho. I. Universidade Federal de Viçosa.

II. Título.

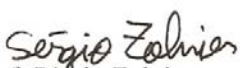
CDD 22.ed. 636.50831

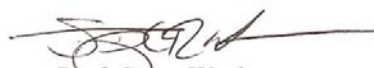
IRENE MENEGALI

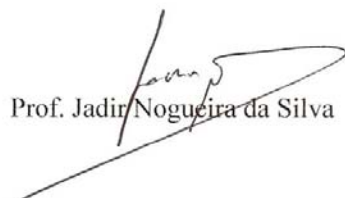
**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MÍNIMA
SOBRE A QUALIDADE DO AR E O DESEMPENHO DE FRANGOS DE
CORTE**

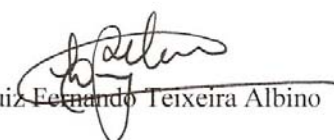
Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola,
para obtenção do título de *Doctor
Scientiae*

APROVADA: 19 de março de 2009.


Prof. Sérgio Zolnier
Co-orientador


Prof. Steve Workman


Prof. Jadir Nogueira da Silva


Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino


Profa. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
(Orientadora)

Aos meus pais, às minhas irmãs, meu sobrinho, e ao Lívio.

Pelo apoio, compreensão e amor.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, meu refúgio e fortaleza.

Aos meus pais Libero e Maria, e às minha irmãs, Inêz e Lia, pelo amor incondicional, incentivo, amor e carinho sempre. Ao Eduardo, meu amado sobrinho. Ao meu namorado Lívio Guilherme pelo amor, paciência e carinho sempre.

Em especial à orientadora Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis e sábios ensinamentos, exemplo, amizade e confiança.

Aos meus co-orientadores Sérgio Zolnier, ajuda inestimável no experimento, Cecília de Fátima Souza, José Helvécio Martins, pelo apoio, e pelas sábias e oportunas sugestões e ao Fabyano, pela inestimável ajuda com as análises estatísticas. E aos professores Alfredo e Sandra Petrauski, da UNIOSTE, sempre meus agradecimentos.

A todos os amigos, em especial a Maria Clara, Déborah, Keles, Roselaine, Akemi, Paloma, Hilem, Maíra, Josiane, Fatinha, Neiton, Marcos, Roque, Alexander, Olga, Humberto, José Francisco, Pedro, Flávio, Fábio, Jofran, Samuel e Mateus pela amizade, excelentes companhias, apoio e incentivo nesta caminhada. Com muito carinho as amigas companheiras de experimento, Cláudia e Cinara e ao Keller, pela ajuda constante no decorrer do desenvolvimento deste trabalho. E aos estagiários, Katiane e Valfrido pela colaboração.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Agrícola, bem como aos funcionários, que nos acolhem com muito carinho. À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

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

BIOGRAFIA

IRENE MENEGALI, filha de Libero Menegali e Maria de Souza Menegali, nasceu em 01/10/1976, na cidade de Cafelândia, Estado do Paraná.

Em março de 1997, ingressou no Curso de Engenharia Agrícola na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, com término em dezembro de 2002.

Em agosto de 2003, iniciou no programa de pós-graduação (Mestrado) em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, na área de Construções Rurais e Ambiente, com término em agosto de 2005.

Em agosto de 2005, ingressou no programa de pós-graduação (Doutorado) em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, na área de Construções Rurais e Ambiente, submetendo-se a defesa de tese em março de 2009.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
LISTA DE TABELAS	X
RESUMO.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
1. INTRODUÇÃO	XVI
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 PANORAMA DA AVICULTURA BRASILEIRA.....	4
2.2. FATORES DO AMBIENTE E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS AVES DE CORTE.....	5
2.2.2 <i>SISTEMAS DE AQUECIMENTO VISANDO OBTENÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA DAS AVES</i>	<i>7</i>
2.3 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO VISANDO MELHORAR AS CONDIÇÕES DE QUALIDADE DO AR INTERNO DAS INSTALAÇÕES	9
2.3.1 <i>VENTILAÇÃO DE INVERNO (MÍNIMA OU HIGIÊNICA)</i>	<i>12</i>
2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CLIMA E POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA ATIVIDADE AVÍCOLA	16
2.5 A QUALIDADE DO AR NA PRODUÇÃO AVÍCOLA.....	18
2.5.1 <i>AMÔNIA</i>	<i>19</i>
2.5.2 <i>DIÓXIDO DE CARBONO</i>	<i>20</i>
2.5.3 <i>MONÓXIDO DE CARBONO</i>	<i>21</i>
2.5.4 <i>DANOS À SAÚDE ANIMAL E HUMANA ADVINDOS DOS POLUENTES AÉREOS GERADOS DA ATIVIDADE ANIMAL.....</i>	<i>22</i>
2.5.5 <i>RISCOS RESPIRATÓRIOS PARA OS TRABALHADORES</i>	<i>24</i>
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 PROJETO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR PARA CONFORTO TÉRMICO DAS AVES	27
3.2 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO AR AO NÍVEL DOS ANIMAIS E DOS TRABALHADORES	36

3.3	AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES.....	37
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1	RESULTADOS REFERENTES À PRIMEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES	39
4.1.1	AMBIENTE TÉRMICO.....	39
4.1.1.1	TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR	40
4.1.1.2	UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)	47
4.1.2	QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA PRIMEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES.....	53
4.1.2.1	CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES	53
4.2	RESULTADOS REFERENTES À SEGUNDA SEMANA DE VIDA DAS AVES	57
4.2.1	AMBIENTE TÉRMICO.....	58
4.2.1.1	TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR	59
4.2.1.2	UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)	64
4.2.2	QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA SEGUNDA SEMANA DE VIDA DAS AVES.....	70
4.2.2.1	CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E DE OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES	70
4.3	RESULTADOS REFERENTES À TERCEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES	74
4.3.1	AMBIENTE TÉRMICO.....	74
4.3.1.1	TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR	75
4.3.1.2	UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)	79
4.3.2	QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA TERCEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES.....	85
4.3.2.1	CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E DE OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES	86
4.4	DESEMPENHO ANIMAL SEMANAL E AO FINAL DO PERÍODO DE CRIAÇÃO DAS AVES, PARA OS DIFERENTES SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MÍNIMA....	91
4.5	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE CAMA AVIÁRIA.....	98
4.	CONCLUSÕES	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Sistema de ventilação mínima por pressão positiva (ventilador). Ventilador posicionado no interior da instalação ao nível do forro, com defletor acoplado, visando evitar a incidência do jato de ar diretamente sobre as aves..... 30
- FIGURA 2. Temporizador (timer-temporizadores) usado para alternar os ciclos de funcionamento dos equipamentos, acionando e desligando os ventiladores automaticamente após o intervalo de tempo programado 30
- FIGURA 3. Sistema de ventilação mínima por pressão negativa (exaustor). 3a) Vista do exaustor na parte externa do galpão; 3b) Vista do exaustor no interior do galpão; 3c) Vista do exaustor localizado na ante-sala. .. 31
- FIGURA 4. Campânula “asa de morcego” - fonte de combustível: carvão 32
- FIGURA 5. 5a) Anemômetro digital de fio quente; 5b) Posicionamento do anemômetro no interior das instalações..... 34
- FIGURA 6. 6a) Módulos interligando os anemômetros de fio quente ao sistema computacional; 6b) Vista do programa usado no sistema de aquisição de dados para a velocidade do ar 34
- FIGURA 7. Croqui da distribuição e posição dos sensores ao longo das instalações. Medidas expressas em metros 35
- FIGURA 8. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 43
- FIGURA 9. Médias das velocidade do ar no ambiente interno dos aviários, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 45
- FIGURA 10. Médias das umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 50

- FIGURA 11. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo 52
- FIGURA 12. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas 55
- FIGURA 13. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas..... 56
- FIGURA 14. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 61
- FIGURA 15. Médias das velocidades do ar no ambiente interno, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo 63
- FIGURA 16. Médias da umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 67
- FIGURA 17. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo 69
- FIGURA 18. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos respectivos horários de observação das concentrações gasosas 72
- FIGURA 19. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas..... 72
- FIGURA 20. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de

ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 78

FIGURA 21. Médias de velocidade do ar no ambiente interno, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo 79

FIGURA 22. Médias de umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo... 82

FIGURA 23. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 15 à 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo 84

FIGURA 24. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos respectivos horários de observação das concentrações gasosas 87

FIGURA 25. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas..... 88

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Temperatura de conforto para frangos de corte.....	5
TABELA 2. Faixas de velocidades do ar para o período inicial da vida das aves	15
TABELA 3. Ventilação mínima para frangos de corte, em m ³ hora ⁻¹ por animal, para sistemas de aquecimento localizados interna e externamente as instalações	16
TABELA 4. Programação do período de funcionamento dos sistemas de ventilação mínimas para os sistemas de pressão negativa (SVMN) e pressão positiva (SVMP) para a fase de aquecimento	29
TABELA 5. Resumo das análises de variância verificadas durante a primeira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a temperatura do ar (°C), velocidade do ar (m s ⁻¹), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)	40
TABELA 6. Médias de temperatura do ar (t), em °C, e velocidade do ar, em m s ⁻¹ , no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min	41
TABELA 7. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min	47
TABELA 8. Resumo das análises de variância verificadas durante a primeira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH ₃), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O ₂), em %	53
TABELA 9. Concentrações médias semanais de amônia (NH ₃), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O ₂), observados diariamente na segunda semana de vida das aves e dos trabalhadores em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21 h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP	54
TABELA 10. Resumo das análises de variância verificadas durante a segunda semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a	

temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do ar (m s^{-1}), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) 58

TABELA 11. Médias de temperatura do ar (T), em $^{\circ}\text{C}$, e velocidade do ar, em m s^{-1} , obtidos durante a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min 59

TABELA 12. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min 64

TABELA 13. Resumo das análises de variância verificadas durante a segunda semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O_2), em % 70

TABELA 14. Concentrações médias de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O_2), observados diariamente na segunda semana, ao nível médio de respiração das aves e dos trabalhadores, em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP 71

TABELA 15. Concentrações máximas verificadas na segunda semana de vida das aves para CO e NH_3 em ppm 73

TABELA 16. Resumo das análises de variância verificadas durante a terceira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do ar (m s^{-1}), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) 75

TABELA 17. Médias de temperatura do ar (T), em $^{\circ}\text{C}$, e velocidade do ar, em m s^{-1} , obtidos durante a terceira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min 76

TABELA 18. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a terceira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min 80

TABELA 19. Resumo das análises de variância verificadas durante a terceira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O_2), em % 85

TABELA 20. Concentrações médias semanais de amônia (NH ₃), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O ₂), observados diariamente na terceira semana de vida das aves e dos trabalhadores, em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21 h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP.....	86
TABELA 21. Concentrações máximas verificadas na terceira semana de vida das aves para NH ₃ e CO em ppm.....	90
TABELA 22. Médias de peso vivo (P.V.), consumo de ração (C.R.), ganho de peso (G.P.), taxa de mortalidade (T.M.), conversão alimentar (C.A.) e índice de eficiência alimentar (I.E.A.) por ave, observados nos sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP durante a fase de aquecimento das aves	91
TABELA 23. Médias de peso vivo (P.V.), consumo de ração (C.R.), ganho de peso (G.P.), taxa de mortalidade (T.M.), conversão alimentar (C.A.) e índice de eficiência alimentar (I.E.A.) por ave, observados nos sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP após a fase de aquecimento até ao abate.....	93
TABELA 24. Resumo das análises de variância verificadas durante as três semanas de alojamento no ambiente interno das instalações para as temperaturas de superfícies de cama, (°C)	98
TABELA 25. Temperaturas de superfície de cama de casca de café, em (°C), verificadas na fase de aquecimento, caracterizando o período ao longo de quatro horários de observação.....	99

RESUMO

MENEGALI, Irene, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2009.
Avaliação de diferentes sistemas de ventilação mínima sobre a qualidade do ar e o desempenho de frangos de corte. Orientador (a): Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-orientadores: José Helvécio Martins, Sérgio Zolnier, Cecília de Fátima Souza e Fabyano Fonseca da Silva.

Para a manutenção de um desenvolvimento competitivo da avicultura brasileira, demandam-se medidas que possibilitem a identificação e redução de riscos à saúde das aves e trabalhadores, bem como do meio físico ambiental. Neste trabalho, tem-se por objetivo projetar e avaliar a eficiência de diferentes sistemas de ventilação mínima com ventilação por pressão positiva (SVMP), por pressão negativa (SVMN) e por via natural (SVMNat), associadas ao conforto térmico ambiente, na qualidade do ar, e a influência desses fatores no desempenho produtivo de frangos de corte durante a fase de aquecimento dos pintainhos. O trabalho foi desenvolvido em propriedade avícola comercial integrada a indústria Pif Paf alimentos, no Município de Canaã, Minas Gerais, durante o período de inverno. Foram selecionados três pontos ao longo do comprimento do galpão bem como dois pontos ao longo da altura, caracterizando diferentes gradientes, para verificação das variáveis ambientais, temperatura do ar e de globo negro, umidade relativa e velocidade do ar, ao nível da respiração das aves e dos trabalhadores. Foram verificadas as concentrações de amônia, monóxido de carbono e oxigênio nos horários de 3, 9, 15 e 21 h. As renovações mínimas de ar nos tratamentos com pressão positiva e negativa foram controladas por meio de temporizadores, com renovações diferenciadas para cada semana de vida dos pintainhos. Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) para as variáveis, temperatura e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) em nenhuma das semanas, com diferença estatísticas para a umidade relativa do ar apenas na segunda semana de observação. A variável de velocidade do ar diferiu estatisticamente ($P < 0,05$) nas três primeiras

semanas. As médias de ITGU na primeira, segunda e terceira semana, encontraram-se abaixo do nível de conforto para as aves, expondo-as a estresse por frio na maioria dos horários para os três sistemas de ventilação mínima indicando prováveis deficiências no sistema de aquecimento e/ou no sistema de isolamento para pintainhos na sua fase inicial de criação. O conforto térmico, conforme médias de ITGU observadas, só foram atingidos em poucas horas na segunda e terceira semana, e apenas durante o período mais quente do dia na primeira semana de avaliação. As médias dos gases poluentes, não ultrapassaram os níveis de tolerância para os três sistemas de ventilação mínima avaliados, que é de 20 e 10 ppm para o nível das aves e 20 e 39 ppm no nível dos trabalhadores, para amônia e monóxido de carbono respectivamente. No entanto, os sistemas de ventilação mínima foram dimensionados adequadamente em termos de renovação mínima necessária ao ar ambiente, não apresentando influências negativas em relação as taxas de ventilação aplicadas para os dois sistemas SVMN e SVMP e com velocidade do ar em níveis não estressores aos pintainhos, inclusive para o SVMNat. Os três sistemas de ventilação mínima estudados, SVMN, SVMP e SVMNat, possibilitaram com que as aves externassem seu desempenho produtivo, com valores próximos aos considerados satisfatórios para os parâmetros avaliados, de acordo com os padrões da avicultura brasileira.

ABSTRACT

MENEGALI, Irene, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March 2009.
Evaluation of different minimal ventilation systems on air quality and broiler chicken performance. Advisor: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-advisor: José Helvécio Martins, Sérgio Zolnier, Cecília de Fátima Souza and Fabyano Fonseca da Silva.

In order to maintain competitive development of Brazilian aviculture, certain measurements must be taken which allow for identification and reduction of health risks to birds and animals, as well as the environment. The objective of this work was to evaluate the efficiency of different minimal ventilation systems including positive pressure ventilation (SVMP), negative pressure ventilation (SVMN) and natural ventilation (SVMNat), associated to the thermal comfort environment, air quality and the influence of these factors on the productive performance of broiler chicken during the heating phase of hatchlings. The study was developed in a commercial poultry house integrated to the Pif Paf industry, in the municipality of Canaã, Minas Gerais, during winter. Three points along the length of the building, as well as two points along the height of the building, characterized different gradients for verification of different environmental variables, air temperature, black globe temperature, relative humidity and air velocity at the level of bird and worker respiration. Ammonia, carbon monoxide and oxygen concentrations were verified at the times of 3, 9 15 and 21 h. Minimal air renovation in the treatments with positive and negative pressures were controlled by means of timing devices, with differential air renovations for each week of life of the hatchlings. No statistical difference ($P < 0.05$) was observed for the variables of temperature and wet bulb globe temperature index (ITGU) in any of the weeks, with statistical difference for the relative humidity of the air noted only in the second week of observation. Average ITGU values in the first, second and third weeks were below comfort levels for the birds, exposing them to cold stress in the majority of the time for the three minimal

ventilation systems, indicating probable deficiencies in the heating systems and/or the insulation system for hatchlings in their initial growth phase. Thermal comfort, in accordance with the observed ITGU, was only achieved for short periods during the second and third week, and only after the warmest period of the day in the first week of evaluation. Average pollutant gas measurements did not surpass tolerable levels for the three minimal ventilation systems evaluated, which are of 20 and 10 ppm at the level of the birds and 20 and 39 ppm at the level of the workers, for ammonia and carbon monoxide, respectively. However, minimal ventilation systems were adequately dimensioned in terms of minimal air renewal, presenting no negative influences in relation to ventilation rates applied for the two systems SVMN and SVMP and with air velocity at non-stressing levels to the hatchlings, inclusive for SVMNat. The three minimal ventilation systems studied, SVMN, SVMP and SVMNat, allowed that birds maximize their production performance, with values near those considered satisfactory for the evaluated parameters, according to Brazilian aviculture standards.

1. INTRODUÇÃO

A avicultura comercial brasileira está entre as mais desenvolvidas do planeta, ocupando, juntamente com os Estados Unidos, 75% do mercado mundial de produtos de frangos (UBA, 2008).

As pesquisas realizadas considerando esse novo contexto levaram ao aumento da densidade de alojamento, simultaneamente à melhoria dos índices de desempenho e eficiência produtiva, destacando a avicultura do país entre as melhores e maiores do mundo, implicando em maior responsabilidade frente às questões de sustentabilidade da produção, bem estar do animal, conforto térmico, sanidade e qualidade do ar.

Com vista à gestão ambiental e à crescente preocupação com a qualidade de vida e manutenção de um desenvolvimento competitivo, há uma constante demanda por medidas que possibilitem a identificação e redução de riscos à saúde das aves, dos trabalhadores, bem como do meio físico ambiental, com exigência cada vez mais acirradas dos mercados importadores da carne de frango do Brasil, bem como do próprio mercado interno.

Neste sentido, as novas tecnologias têm permitido investigar, com crescente precisão, os vários poluentes aéreos e evidenciam que a produção animal é uma das atividades mais poluentes, impactando o meio ambiente de forma direta pela emissão de gases como a amônia, monóxido e dióxido de carbono, posicionando a indústria avícola entre as potencialmente poluidoras (Tinôco & Gates, 2005).

Os problemas decorrentes da má qualidade do ar no interior de um aviário podem ser solucionados, desde que se garanta que os níveis de cada um dos poluentes nocivos estejam abaixo dos limites tolerados para a espécie animal em cada uma das suas diferentes fases de vida. Para isto torna-se necessário promover a renovação do ar ambiente na intensidade requerida, o que se consegue por meio de ventilação.

Assim, o controle das condições de qualidade do ar, sob o ponto de vista higiênico e térmico, em cada um dos sistemas de ventilação adotados pela avicultura brasileira, para cada uma das diferentes fases de vida dos animais, sistemas de manejo adotado, diferentes regiões e estações climáticas do país, é uma necessidade imperativa e urgente das indústrias de produção animal, na tentativa de atender às exigências do mercado, bem como redução dos custos de produção.

Contudo, dentre os dois tipos de ventilação, a de caráter higiênico ou ventilação mínima é a mais difícil de planejar para as condições dos aviários brasileiros, por serem estes abertos e sem isolamento térmico. Dessa forma, erros no excesso de ventilação levam a ambientes muito frios, com excesso de poeiras e são danosos ao desenvolvimento da ave principalmente na sua fase inicial de vida. Segundo Albino (1998), o sistema termorregulatório das aves em seus primeiros dias de vida não é completamente desenvolvido até que se complete a segunda semana de vida, tornando-as muito vulneráveis ao frio e altamente dependentes de fontes externas de calor para manter a temperatura corporal.

As opções para se garantir a renovação do ar no inverno e nas fases iniciais de vida das aves, para as condições das instalações avícolas brasileiras, podem ser ventilação por pressão positiva e ventilação por pressão negativa, ambas com ventiladores e/ou exaustores, respectivamente, posicionados em partes estratégicas

da área de crescimento, e ainda por via natural, concebendo-se aberturas estratégicas na área de crescimento ou pinteiro.

Para os dois primeiros casos, ainda não se consolidou quanto deveria ser a taxa de ventilação para cada situação de aviário ou de clima, para as condições do Brasil. Para a ventilação natural, necessita-se de maiores informações em relação ao manejo regular de aviários, especialmente à noite, para verificar se o sistema garante uma renovação satisfatória.

Para os três casos, sabe-se que os sistemas de aquecimento dos aviários utilizados no Brasil, fornalhas a lenha com aquecimento direto e indireto, campânulas a gás, e outros menos comuns, influenciam fortemente na emissão dos diferentes poluentes tóxicos e na produção de calor necessária ao conforto térmico, mas pouco se conhece sobre a relação deles com a maior ou menor necessidade de renovação de ar ambiente.

Objetivou-se com este trabalho, avaliar diferentes sistemas de ventilação mínima (por ventilação positiva, negativa e natural) e a eficiência dos mesmos na promoção do conforto térmico ambiente de pinteiros e a qualidade do ar. Objetivou-se também, verificar a influência desses fatores no desempenho de frangos de corte em condições de inverno, em galpões avícolas comerciais, durante toda sua vida produtiva e até o abate.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PANORAMA DA AVICULTURA BRASILEIRA

Segundo a União Brasileira de Avicultura (2008), o mercado interno tem-se portado com demanda bastante equilibrada e altiva, garantindo o setor avícola com produção mensal estável. Em 2007, o país apresentou consumo médio de 580 mil toneladas de carne de aves/mês, mantendo o consumo *per capita* acima de 37,8 kg por habitante/ano.

O setor exportador foi beneficiado por uma conjuntura internacional, incluindo fatores como o crescimento da demanda mundial, especialmente no Oriente Médio e na Ásia oriental (UBA, 2008). As exportações totalizaram embarques de 3,3 milhões de toneladas em 2007, com aumento de 21% em relação a 2006 (ABEF, 2007). Esses números mantêm o Brasil na posição de maior exportador mundial (UBA, 2008).

As empresas reforçaram as medidas de biossegurança para proteger seus plantéis, enquanto o governo, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, implementou avanços na elaboração do Plano de Prevenção da *Influenza* Aviária e de Controle e Prevenção da Doença de Newcastle (ANUALPEC, 2007).

Nas últimas duas décadas, a indústria avícola brasileira, adicionalmente aos antigos investimentos já realizados em genética, nutrição e manejo, passou também a buscar nas instalações e no ambiente as possibilidades de melhoria no desempenho das aves e redução de custos de produção, como forma de manter a competitividade (Tinôco, 2001).

2.2. FATORES DO AMBIENTE E SUA INFLUÊNCIA SOBRE AS AVES DE CORTE

A produtividade ideal para frangos de corte só pode ser obtida quando a ave estiver submetida a uma faixa de temperatura ambiente adequada, na qual não ocorra nenhum desperdício de energia, tanto para compensar o frio, ou o calor (Silva e Nääs, 2004). Para frangos de corte adultos, conforme Curtis (1983) a zona de termoneutralidade para aves adultas encontra-se entre 15 e 25 °C.

Contudo, as exigências ambientais de temperatura, mudam com a idade. Sendo assim, nas primeiras semanas de vida, as aves necessitam temperaturas ambientais mais elevadas, entre 34 e 25 °C, conforme Tabela 1, já que a sua temperatura corporal, taxa metabólica, razão entre massa corporal e área superficial, isolamento de penas, e a habilidades de termorregulação são relativamente baixos.

TABELA 1. Temperatura de conforto para frangos de corte

Idade	Temperatura ideal
1ª semana	34 – 32 °C
2ª semana	32 – 28 °C
3ª semana	28 – 26 °C

Adaptado de Freeman (1965); Macari et al. (2002); Ávila (2004).

Em períodos frios, para as condições climáticas do Brasil, os valores de temperatura ambiental se encontram abaixo das faixas ideais para frangos de corte jovens (Abreu, 2003), tornando-se essencial o fornecimento de aquecimento suplementar para as aves, uma vez que o risco de estresse por frio pode gerar deficiências no desenvolvimento destas prejudicando a uniformidade e diminuindo o seu desempenho final (Tinôco, 1996, Cony e Zocche, 2004).

Outro fator do ambiente considerado muito importante para os animais homeotermos é a umidade relativa do ar, especialmente se associada a temperatura. A umidade relativa do ar considerada ideal para maior que se alcance maiores índices de desempenho produtivo em aves de corte encontra-se na faixa de 50 e 70% (Yousef, 1985; Oliveira et al., 2006). Níveis abaixo de 40% na fase de aquecimento podem aumentar a concentração de poeiras no interior das instalações, favorecendo assim a dispersão de vírus e bactérias (Moura, 2001). Acima de 80%, associadas a altas temperaturas, causam aumento de fezes aquosas em aves adultas, com consequente aumento da concentração de gases e odores.

De uma maneira mais ampla o ambiente térmico é avaliado em função de índices de conforto térmico e, normalmente, estes índices consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e radiação. Entre os índices de conforto térmico mais usados destacam-se o índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1959), que associa a temperatura de bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido, e o desenvolvido por Buffington et al. (1981), denominado índice de temperatura de globo e umidade (ITGU). Entre os dois mencionados, o ITGU é considerado o índice mais adequado para representar as condições de conforto térmico em regiões quentes para a 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.

Teixeira (1996) verificou que o limite mínimo de ITGU para que os 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 e para aves entre a terceira e sexta semana de vida é de 65.

De acordo com Oliveira et al., (2006), os valores de ITGU confortáveis para aves de corte com uma semana de vida, estão incluídos na faixa entre $81,3 \pm 0,31$; e para a segunda semana de vida é de 77 e na terceira semana valores estão entre $74,9 \pm 1,65$.

2.2.2 SISTEMAS DE AQUECIMENTO VISANDO OBTENÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE VIDA DAS AVES

A energia calorífica é adicionada ao ar de uma instalação a partir da produção metabólica das aves, luzes e motores, algumas vezes de telhados e paredes (dependendo do isolamento) e da temperatura externa dos alojamentos, e a partir da fermentação das excretas (Tinôco, 1996).

O pintinho recém-nascido possui dificuldades na retenção do calor corporal, pelo fato de sua capacidade de termorregulação não estar bem desenvolvida. Assim, as aves jovens (1 a 14 dias) necessitam estar inseridas em ambientes com temperatura de aproximadamente 35 °C para manter sua temperatura corporal constante (Macari et al., 2002). Sendo assim, para a maioria do território brasileiro, torna-se necessário promover o aquecimento das aves nas duas primeiras semanas de vida e, em condições mais rigorosas necessita-se estender o aquecimento artificial até aos 21 dias de vida (Tinôco, 1996).

Existem vários tipos de aquecedores utilizados para fornecer calor e proporcionar conforto térmico às aves no período inicial de desenvolvimento (Moro, 1998), como os a gás, a lenha, elétrico e os alternativos que podem ser por feitos por aproveitamento de resíduos (biogás), aquecimento solar e canalização de água aquecida sob o piso, assim, na escolha do equipamento deve se levar em consideração capacidade de produção de calor, e as conseqüências que esse sistema trará para a qualidade do ar, e cama do aviário, e também o custo (Abreu, 2003 e Ronchi, 2004).

Dentre estes, um dos sistemas mais comuns no Brasil fazem o uso de lenha, como fonte de calor em campânula ou fornalha, posicionados no interior de aviários, ou externamente a estes, insuflando o ar aquecido para seu interior. Contudo, estes sistemas não produzem temperaturas constantes e, muitas vezes, excede o necessário, e ainda requer maior mão-de-obra. Como a combustão geralmente não é completa, devem ser providos de filtros nas entradas de ar com o objetivo de minimizar a passagem de gases tóxicos, principalmente o CO₂, para o interior do aviário (Abreu, 2003).

Segundo Ferreira (2004), as campânulas à lenha possuem um módulo central no qual é inserida a fonte combustível (lenha) em seu interior. O calor é transmitido por condução e radiação para a campânula fixa sobre o módulo, e refletido para o interior do galpão.

Esse tipo de aquecimento além de exigir presença excessiva do operador dentro do aviário, produz grande quantidade de fumaça e fuligem, necessitando de manutenção constante para evitar entupimento das chaminés. Portanto, se houver falhas no manejo de aquecimento ou na manutenção das chaminés, pode ocorrer comprometimento da qualidade do ar, prejudicando o desenvolvimento das aves.

Sendo assim, é muito importante para a produção animal de uma maneira geral, que sejam concebidos projetos mais eficientes de aquecimento sem comprometimento da qualidade do ar, visando diminuir o consumo de energia e uniformizar a temperatura nas primeiras semanas de vida das aves (Vigoderis, 2006).

2.3 SISTEMAS DE VENTILAÇÃO VISANDO MELHORAR AS CONDIÇÕES DE QUALIDADE DO AR INTERNO DAS INSTALAÇÕES

A falta de ventilação pode ocasionar baixa renovação do ar com consequente aumento da concentração de gases tóxicos, tais como amônia, monóxido e dióxido de carbono, aumento na concentração de poeira e baixa concentração de oxigênio disponível (Ronchi, 2004).

O uso incorreto da ventilação, seja por localização ineficiente ou falha no dimensionamento do sistema, implica em prejuízo no desenvolvimento das aves. A incidência direta de vento sobre o dorso destes animais, pode causar desde mudança de comportamento, até problemas fisiológicos, como perda de apetite e consequente queda na produtividade (Nääs et al. 2001).

Segundo Tinôco, (2001) e Tinôco (2004), a ventilação de um ambiente obedece a exigências térmicas e higiênicas diferentes. Nas regiões com baixas temperaturas ou nas fases iniciais da vida das aves, a ventilação se deve, unicamente, a razões higiênicas, ou seja, ligadas à renovação e qualidade do ar interno, de maneira a reduzir níveis de amônia, CO₂ e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores do ambiente, sem que ocorram, contudo, quedas bruscas de temperatura. A ventilação assim destinada é a ventilação mínima.

Conforme Ávila et al., (1992) e Abreu e Abreu (2004) a ventilação adequada se faz necessária também, para eliminação do excesso de umidade do ambiente e da

cama, a qual possui a função de evitar o contato direto da ave com o piso e absorção da água liberada, geradas pela respiração das aves e da água contida nas fezes, permitindo assim, a renovação do ar, eliminando gás carbônico e gases de fermentação, e contribuir para a redução das oscilações de temperatura no aviário.

Segundo a maneira com que é concebido um sistema de ventilação a renovação do ar de um ambiente pode ser obtida via ventilação natural ou espontânea (que pode ser por processos dinâmicos e térmicos) e por ventilação artificial, mecânica ou forçada (por pressão positiva ou diluidora e/ou por pressão negativa ou exaustora) (Tinôco, 2004).

A ventilação natural ou espontânea regula o clima interno de uma edificação por meio de uma troca de ar controlada por aberturas estrategicamente dispostas no abrigo. Neste, as forças motrizes naturais geram o efeito chaminé, que tem sua origem na diferença de temperatura entre o ar externo e o ar no interior do ambiente construído (ventilação térmica) e pelas diferenças de pressão ocasionadas pela ação do vento (ventilação dinâmica), (Rivero, 1986, Baêta e Souza, 1997, Abreu e Abreu, 2004, Tinôco, 2004 e Mazon et al., 2006).

A ventilação natural permite alterações e controle da pureza do ar, provendo o aviário de oxigênio, eliminando amônia, CO₂ e outros gases nocivos, excesso de umidade e odores (ventilação higiênica), possibilitando também, dentro de certos limites, controlar a temperatura e a umidade do ar nos ambientes habitados (ventilação térmica), de tal forma que o ar expelido, quente e úmido, seja substituído e assim aumente a perda calorífica por convecção (Tinôco, 2001; Silva e Sevegnani, 2001; Abreu e Abreu, 2004; e Tinôco, 2004).

Tinôco (2004) relata que o incremento da ventilação natural pode ocorrer por meio de adequada concepção arquitetônica dos alojamentos, paisagismo circundante,

ou manejo de aberturas. Contudo, estes dispositivos nem sempre asseguram a renovação de ar necessária. Neste caso uma das alternativas para melhorar as condições térmicas e promover a renovação do ar, é a ventilação forçada, que pode ser realizada por meio de pressão positiva e por pressão negativa (Tinôco & Resende, 1997).

No sistema de ventilação mecânica positiva, os ventiladores são dispostos no sentido longitudinal ou transversal, voltados para o interior da instalação. No processo onde os ventiladores ficam posicionados no sentido longitudinal do alojamento, as cortinas laterais do aviário permanecem fechadas e bem vedadas para tornar a ventilação tipo túnel eficiente. O ar entra por uma das extremidades do aviário é carregado pelos ventiladores, que são posicionados ao longo do comprimento, e pressionado a sair pela extremidade oposta que permanece aberta (Moraes, 2002; e Abreu & Abreu, 2004).

A velocidade de deslocamento de ar é um aspecto muito importante, já que qualquer erro na composição das taxas ideais pode afetar o plantel. Com relação à pureza do ar, deve-se admitir que em um ambiente de confinamento de animais é impossível manter essa pureza dentro dos níveis de padrões mais rigorosos (Rossi, 1998).

A principal produção do gás amônia está na altura do microambiente da ave cerca de 50 cm de altura da cama, onde está concentrada a fermentação aeróbia dos dejetos, diminuindo significativamente ao atingir 100 cm do piso através da dispersão pela ventilação natural (Lima et al., 2004).

A liberação de amônia ocorre lentamente em cama seca e muito rapidamente em cama molhada. Milhares de litros de água por semana fluem nos galpões avícolas são excretados na cama pelas aves. A única forma para eliminar essa umidade é secar

a cama com o ar, através de ventilação adequada (Castro, 1999), assim, instalações adequadas, cortinas e equipamentos como ventiladores e nebulizadores são importantes no manejo de ventilação, visando manter a qualidade do substrato, principalmente nos períodos críticos de alta temperatura no verão e dias chuvosos de inverno (Ávila et al., 2008).

Assim, o ideal é que a amônia seja mantida abaixo de 25 ppm, não devendo exceder 50 ppm em média de 24 h, não elevando os picos de forma tal que afetem a saúde da ave (Cruz, 2003). O limite máximo de amônia deve ser de 20 ppm, porém, 10 ppm deve ser o objetivo.

Sabe-se que os sistemas de aquecimento dos aviários utilizados no Brasil, fornalhas a lenha com aquecimento direto e indireto, campânulas a gás, e outros menos comuns, influenciam fortemente na emissão dos diferentes poluentes tóxicos e na produção de calor necessária ao conforto térmico, mas nada se conhece sobre a relação deles com a maior ou menor necessidade de renovação de ar ambiente.

2.3.1 VENTILAÇÃO DE INVERNO (MÍNIMA OU HIGIÊNICA)

A ventilação mínima é definida como a quantidade mínima de troca de ar exigida para manter o ambiente na instalação avícola em condições de saúde, bem-estar e eficiência produtiva das aves. Nas regiões frias, a ventilação se deve exclusivamente a razões higiênicas, ligadas a renovação e qualidade do ar interior, (Rivero, 1986 e Tinôco, 2004).

Curtis (1983), descreve que regiões caracterizadas por um período frio e outro quente muito bem definidos, a arquitetura do projeto deve adaptar-se à diferentes necessidades, originando a “ventilação de inverno”, onde a única preocupação seria a

renovação higiênica do ar, e a “ventilação de verão”, que deve satisfazer tanto razões higiênicas quanto térmicas.

Segundo Abreu & Abreu (2004), em períodos de inverno, necessita-se um ritmo de renovações mais lento, especialmente para os pintinhos, necessitando-se introduzir ar fresco no aviário para repor oxigênio, assim como extrair amoníaco e umidade. O fluxo de ar deve se deslocar naturalmente pela zona superior do aviário, para evitar o efeito direto sobre os animais, de maneira que o ar fresco externo se misture com o ar interno mais quente antes de alcançar as aves. A quantidade de ar a renovar no inverno por razão higiênica é pequena, sendo necessárias apenas superfícies reduzidas de entrada e saída; é importante que o fluxo de ar não incida diretamente sobre as aves (Tinôco, 2004).

O problema da ventilação natural durante período frio, é que o ar admitido por pequenas aberturas entra com pouca velocidade e em seguida desce ao nível do solo esfriando o ambiente ao nível das aves causando condensação, com conseguinte umedecimento da cama. Isso ocorre porque o ar frio é mais pesado que o ar quente e a tendência é abaixar e não subir (Abreu, 2003).

Os efeitos combinados das variáveis ambientais como temperatura, umidade e velocidade do ar, taxa de ventilação e concentração de partículas, gases e microorganismo no ar, determinam a qualidade ambiental nas instalações avícolas e sua influência na qualidade de vida das aves (Banhazi et al., 2008a).

Partículas aéreas são parcialmente responsáveis pela alta emissão de odores em instalações avícolas, adsorvendo certas moléculas odoríferas, como os ácidos graxos voláteis (Bottcher, 2001) e amônia, criando problemas ambientais localizados dentro das instalações, sendo necessário à utilização de ventilação para minimizar seus efeitos.

Qi et al. (1992), constataram que num sistema com taxa de ventilação de $0,002 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1} \text{ ave}^{-1}$ (ventilação de verão), a média total e a taxa de geração de partículas respiráveis era significativamente maior que num sistema com taxa de ventilação de $0,001 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1} \text{ ave}^{-1}$ (ventilação de inverno).

Os benefícios do correto emprego de um sistema de ventilação mínima inclui a provisão da demanda de oxigênio para as aves, controle da umidade relativa e para manter a cama aviária em boas condições.

Segundo Bakker (2005), o sistema de ventilação mínima é utilizado em períodos frios e durante as primeiras fases de vida das aves, com o objetivo de manter a qualidade do ar dentro das instalações, garantindo assim, boas condições para máxima taxa de crescimento das aves. A ventilação mínima auxilia também na redução de problemas decorrentes de doença nas aves durante o inverno, diminuindo a mortalidade em cerca de 90% (Ali, 2005).

Conforme já mencionado, em geral, a taxa de ventilação mínima não deve causar a queda da temperatura dentro do galpão nas três primeiras semanas de vida das aves, sendo utilizada exclusivamente para renovação do ar. Para aves adultas, a ventilação mínima deve atender a adequada qualidade do ar (Czarick & Lacy, 2000). Para maximizar o desempenho das aves, a ventilação mínima deve manter a concentração de CO_2 abaixo de 5000 ppm, a umidade relativa em cerca de 60% e a concentração de amônia abaixo de 30 ppm (Czarick & Fairchild, 2007).

Segundo Gates et al. (2001) a taxa de ventilação mínima, ou estágio '0' de ventilação, deve ser de $4,7 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$. Em instalações para frangos de corte (Nicholson et al., 2004) foram encontradas concentrações entre 5 e 10 mg l^{-1} para as taxas de ventilação testadas de 0,2 e $1,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ respectivamente, indicando que há uma relação positiva entre concentração de amônia medida e velocidade do ar (Wilson, 2008).

De acordo com Wilson (2008), o sistema de ventilação mínima deve apresentar uma capacidade de exaustão de cerca de 12,5% do volume cúbico da instalação, com o ciclo de funcionamento a cada 1 minuto em períodos de 5 minutos.

Os valores de velocidades do ar consideradas dentro dos limites aceitáveis para realizar a ventilação higiênica, na fase inicial da vida das aves, está relacionada na Tabela 2.

TABELA 2. Faixas de velocidades do ar para o período inicial da vida das aves

Idade (semanas)	Velocidades do ar (m.s^{-1})
Primeira	0,076 a 0,2
Segunda	0,152 a 0,3
Terceira	0,508
Quarta	1,016
Acima de 28 dias	De acordo com a temperatura

Adaptado de: Bakker (2005); Moura (2001); COBB (2008), ROSS (2009)

Segundo Abreu (2004), a quantidade de ar que o sistema de ventilação deve introduzir ou retirar do aviário depende das condições meteorológicas e da idade das aves. A ventilação mínima requerida pelos pintainhos na sua fase inicial em $\text{m}^3 \text{ hora}^{-1}$ por animal, em função do sistemas de aquecimentos utilizados, encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3. Ventilação mínima para frangos de corte, em $\text{m}^3 \text{hora}^{-1}$ por animal, para sistemas de aquecimento localizados interna e externamente as instalações

	Idade das aves (dia)						
	0	1	2	7	14	21	35
Combustão a gás interna ao galpão	0,10	0,16	0,17	0,23	0,32	0,39	0,55
Combustão externa ao galpão	0,0	0,07	0,15	0,22	0,31	0,39	0,55

Fonte: ASAE (2003)

2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE CLIMA E POLUENTES ATMOSFÉRICOS NA ATIVIDADE AVÍCOLA

A indústria avícola vem se destacando com um aumento significativo de produção, elevando assim a responsabilidade do setor produtivo para com a sociedade e a preocupação com a inter-relação entre a produção de frango e o meio ambiente (Lima et al. 2004).

A preocupação com a produção de alimentos está visivelmente voltada para a quantidade e qualidade do produto final, assim como efeitos dessas duas variáveis no meio ambiente, com foco nos aspectos sociais, legislação trabalhista, na preservação ambiental e bem-estar dos animais (Sampaio et al., 2005 e Tinôco & Gates, 2005).

O aumento da densidade populacional das aves proporciona impactos positivos, como maior produção por unidade de área construída, amortizando rapidamente custos com construção e reduzindo custos com mão de obra. No entanto, essas atividades também podem provocar impactos negativos sobre o ambiente, como contaminação do ar, vindo a prejudicar a saúde animal e/ou humana

(Hartung, 1994, Furlan & Macari, 2002 e Tinôco, 2004), ou produzir odores indesejáveis, que se caracterizam como poluição atmosférica.

Segundo Resolução Federal Conama nº 003/90 "Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora; prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e as atividades normais da comunidade".

Estas severas medidas ambientais do mercado importador de carne e alimento tiveram início da década de 90, quando o mercado importador de carnes, seguindo exemplo da União Européia, iniciou um processo de recomendações e demandas no setor de produção de animais, de maneira a reduzir a emissão de gases para a atmosfera e preservar a saúde dos animais e trabalhadores dentro das granjas produtoras. Ademais, sabe-se que a produção de animais é uma das atividades mais poluentes no meio rural. Assim, o desenvolvimento de projetos visando responsabilidades ambientais de reflorestamento, manejo sustentável ou energia renovável, é imprescindível (Frangetto & Gazani, 2002).

A Conferência das Partes da Convenção sobre Mudança do Clima aprovou em dezembro de 1997 o Protocolo em Kioto, no Japão, que estabelece compromissos para os países industrializados signatários reduzirem em 5,2% as emissões de gases causadores do efeito estufa, entre os anos de 2008 e 2012, tendo como base os níveis do ano de 1990. Existe o objetivo de alcançar até 2050 a meta de redução de 80% das emissões, em relação ao mesmo ano base (Jockyman, 2004). Vários países signatários, dentre eles o Brasil, se comprometeram a envidar esforços na redução efetiva na emissão de gases poluentes, inclusive, provenientes da produção animal, com destaque a avicultura.

2.5 A QUALIDADE DO AR NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

A produção intensiva de animais e o confinamento destes aumentam o potencial de intoxicação por gases, com a presença mais comum de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃), que é apontada como o principal gás que afeta negativamente as aves e os tratadores (Lima, et al. 2004). Em situações anaeróbias, como pode acontecer nas camadas inferiores da cama, o nitrogênio orgânico proveniente das fezes é fermentado, produzindo muitos gases, amônia, dióxido de carbono, metano e sulfeto de hidrogênio (Nääs et al. 2005).

Além disto, poeiras e particulados incluem-se entre os elementos poluentes do ar, sendo que rotineiramente trabalhadores rurais e animais em confinamento estão expostos a uma grande variedade de poeiras orgânicas contendo diferentes produtos tóxicos de origem microbiana. Desta maneira, a poeira em associações a gases nocivos diversos em instalações avícolas e de produção animal em geral, causam um risco respiratório inerente (Alencar et al., 2004).

Segundo Curtis (1983), realmente o sistema respiratório dos animais é o primeiro alvo dos poluentes aéreos e, sendo assim, diversos autores brasileiros vêm realizando pesquisas nas instalações animais em condições de campo, visando quantificar e caracterizar a concentração de gases nocivos e poeiras provenientes do processo produtivo (Menegali, 2005; Campos, 2006; Pereira 2006; Vigoderis, 2006; Cordeiro, 2007 e Zanatta, 2007).

Verifica-se que além do fator clima, que influi consideravelmente sobre os resultados de concentração de gases e poeira, devem ser considerados a tipologia construtiva, o sistema de ventilação e o material que compõe a cama-de-frango,

como diferenciais para a comparação de condições de produção em países de clima temperado e tropical (Nääs et al., 2007).

2.5.1 AMÔNIA

A amônia (NH_3) é um gás incolor, mais leve que o ar, não é inflamável, tem cheiro característico e sufocante, é tóxico, corrosivo e muito solúvel em água. Pode ser facilmente condensado em um líquido mediante frio e pressão e era, por isso, muito utilizado como gás de refrigeração (Carmo & Prado, 1999).

No interior de instalações animais a amônia é o poluente tóxico mais freqüentemente encontrado em altas concentrações, sendo sua formação atribuída à decomposição microbiana do ácido úrico dos excrementos (Macari & Furlan, 2001). É considerada como um irritante primário, podendo ocasionar efeitos metabólicos secundários como envenenamento (Curtis, 1983).

A amônia (NH_3) provém de um equilíbrio mantido com o amônio (NH_4), o que significa que, quanto mais amônio estiver presente nos dejetos animais, mais amônia será liberada para o meio ambiente (Tinôco & Gates, 2005). Outros fatores, tais como atividade enzimática dos dejetos, tipo de ventilação e velocidade do ar no ambiente de criação são relevantes à formação e concentração de gases poluentes.

Segundo Curtis (1983), o gás amônia volatilizado pela cama provoca primeiramente, irritação de mucosas dos olhos e das vias respiratórias, e posteriormente, quando cai na corrente sangüínea, tem efeito tóxico sobre o metabolismo fisiológico, ocasionando a diminuição da ingestão alimentar e a redução no ganho de peso, interferindo de um modo geral, no bem estar das aves.

Wathes (1999) recomenda para a amônia o limite de 20 ppm, como o máximo para exposição contínua das aves em confinamento. Os sinais e lesões da intoxicação por amônia variam de acordo com a idade da ave, o grau de exposição e concentração do gás. Entre 50 e 100 ppm foram observados queda na produção, aumento da secreção lacrimal, traqueíte catarral, queratoconjuntivite e fotofobia (Café e Andrade, 2001).

Os cuidados relativos à emissão de amônia das instalações animais não se restringe apenas ao ambiente interno, uma vez que a amônia provoca efeitos severos ao meio ambiente, como acidificação e eutrofização (Tinôco e Gates, 2005).

2.5.2 *DIÓXIDO DE CARBONO*

O dióxido de carbono é um gás sem odor, que no início do século XIX encontrava-se presente na atmosfera em uma concentração próxima a 300 ppm, Macari & Furlan (2001), contudo sua concentração na atmosfera têm aumentado mais intensamente após a revolução industrial, e mudanças relativamente recentes apontam concentrações no patamar de 345 ppm (IPCC, 2001; Xavier & Kerr, 2004).

Sua concentração pode ser aumentada mais ainda no interior da instalação em ambientes mal ventilados, sendo um gás de difícil controle por estar relacionado principalmente com a função respiratória e indiretamente com a queima de combustíveis nos sistemas de aquecimento (Tinôco & Gates, 2005).

O dióxido de carbono, por sua vez, possui efeitos metabólicos e respiratórios secundários, assim como o metano, que é um simples asfixiante. A presença significativa desses gases reduz o conteúdo de oxigênio necessário para dar suporte a

vida (Curtis, 1983). Em ambientes sem boa ventilação, pode afetar o sistema nervoso central e tornar as reações mais lentas.

Para instalações avícolas, Wathes (1999) recomenda o limite de 3.000 ppm para CO₂ como o máximo para exposição contínua dos animais nas instalações.

2.5.3 *MONÓXIDO DE CARBONO*

A emissão de monóxido de carbono está relacionada principalmente com o processo de combustão tanto em fontes móveis, motores à gasolina, diesel ou álcool, quanto de fontes fixas industriais.

Segundo Carmo & Prado (1999), o monóxido de carbono, levemente menos denso que o ar, é inodoro, incolor e insípido. A produção de CO em granjas pode vir da combustão incompleta dentro dos galpões, principalmente em épocas frias, nas primeiras semanas de criação das aves. Entretanto o tipo de aquecimento mais utilizado no país é de campânulas a gás GLP, sendo que a quantidade de CO no ar, dentro das instalações fechadas, à noite ou sob baixa ventilação, chega no máximo a ser da ordem de 10 ppm (Lima et al., 2004; e Wathes, 1999).

No Brasil, a legislação pertinente ao trabalho com gases está regulamentada pela NR-15, a qual define que nas atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, a caracterização de insalubridade ocorrerá quando forem ultrapassados os limites de tolerância para o homem é de 39 ppm para o gás CO. O limite de exposição para humanos, considerando oito horas de exposição, em média, é 50 ppm (Wathes, 1999).

Em clima frio, animais confinados em instalações mal ventiladas estão normalmente mais suscetíveis à ação de altas concentrações destes gases. Assim, em criações intensivas, como é o caso das aves, o ambiente deve ser manejado para permitir aos animais, em qualquer estágio de crescimento, um meio adequado para o seu desenvolvimento (Macari e Furlan, 2001).

Wathes (1999) recomenda o limite 10 ppm para o monóxido de carbono, como o máximo para exposição contínua das aves em confinamento.

2.5.4 DANOS À SAÚDE ANIMAL E HUMANA ADVINDOS DOS POLUENTES AÉREOS GERADOS DA ATIVIDADE ANIMAL

O trato respiratório é o principal alvo dos poluentes do ar, sendo que partículas de poeiras originadas da ração, cama, excrementos, solo, pele, pêlos, plumagens e penas agredem os tecidos das vias aéreas (nariz, garganta, e laringe), os pulmões e os olhos. Quanto menores as partículas em suspensão mais prejudiciais se tornam aos animais, pois permanecem no ar por mais tempo, podendo se depositar no trato respiratório (pulmões) quando inaladas. As poeiras em suspensão também potencializam os efeitos dos gases presentes no ar.

A fumaça, segundo Borges (1994), é responsável por obstruções pulmonares e doenças crônicas decorrentes como bronquite crônica e aumento do volume do coração, devido a obstruções no pulmão. As substâncias não-queimadas quando respiradas causam cânceres no sistema respiratório, particularmente no pulmão.

Algumas ações devem ser adotadas para a redução da gravidade dos quadros de doenças respiratórias tais como programas de higiene e desinfecção de instalações e lotes alojados e princípios de biossegurança.

Os contaminantes podem carregar patógenos específicos, ou alterar a virulência de outros patógenos, afetando o crescimento das aves (Wathes, 1998).

Os sinais e lesões da intoxicação por amônia variam de acordo com a idade da ave, o grau de exposição e concentração do gás. Com 20 ppm durante 42 dias, as aves apresentaram edema e hemorragias pulmonares. Entre 50 e 100 ppm foram observados queda na produção, aumento da secreção lacrimal, traqueíte catarral, queratoconjuntivite e fotofobia (Café & Andrade, 2001).

Segundo Macari e Furlan (2001) 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.

Vigoderis (2006) verificou, por meio de avaliação dos dias críticos em instalações de frango de corte, em um dia específico incidência de concentração de monóxido de carbono em torno de 95 ppm, em razão da má combustão de lenha no processo de aquecimento. Trocas de ar inadequadas aumentam as concentrações de partículas de CO, CO₂ e NH₃, diminuindo as concentrações de O₂, favorecendo assim a incidência de ascite (Ronchi, 2004), essas trocas gasosas podem ser conseguidas com o uso da ventilação mínima.

2.5.5 *RISCOS RESPIRATÓRIOS PARA OS TRABALHADORES*

Altas concentrações de poluentes aéreos nas instalações de produção animal são de bastante interesse por parte dos pesquisadores devido às evidências epidemiológicas referentes à saúde dos tratadores pela exposição diária aos diversos poluentes incluindo os animais (Wathes et al., 1997).

Silos e confinamentos animais podem representar riscos respiratórios devido à presença de partículas suspensas. A inflamação por via aérea causada por mecanismos não alergênicos tem sido bem documentados na literatura como o maior problema de saúde respiratória de pessoas trabalhando em instalações de confinamento animal com pesada exposição à poeira, especialmente na produção de suínos e aves domésticas (Alencar et al., 2004).

Resultados mostraram que os trabalhadores que trabalham há mais de quatro anos e dentro de mais de uma instalação animal, excedendo mais de 5 horas por dia de trabalho apresentaram elevados riscos à saúde pulmonar. Isto indica que as atividades em galpões avícolas podem induzir a reações respiratórias alérgicas nos trabalhadores (Alencar et al., 2004).

A amônia pode ser detectada por humanos a partir de uma concentração de 10 ppm ou até menor. Sendo menos denso que o ar, o mesmo se movimenta com muita facilidade pela instalação, sendo considerado como um estressor crônico. (Curtis, 1983).

Para as atividades ou operações nas quais os trabalhadores ficam expostos a agentes químicos, no Brasil, a legislação pertinente ao trabalho com gases está regulamentada pela NR-15. Para trabalhadores com exposição de até 48 horas

semanais, o limite de exposição a concentrações de amônia é de 20 ppm, classificado como grau médio de Insalubridade pela NR-15 de 1978.

O monóxido de carbono causa insuficiência respiratória devido a sua extrema afinidade com a hemoglobina, que transporta oxigênio para o resto do corpo, Borges (1994). Em humanos o gás CO reduz a absorção de oxigênio, causando dores de cabeça, tontura, náusea e perda de apetite. E em grandes quantidades causam asfixia (Silva, 2007). As partes do corpo que mais necessitam de oxigênio, tais como cérebro e o coração, são as mais profundamente afetadas (Carmo & Prado, 1999).

Além destes problemas, mais grave ainda é a lesão das vias aéreas, a partir da inalação de gases tóxicos, que pode resultar em complicação em longo prazo, como síndrome de disfunção das vias aéreas, e limitação crônica ao fluxo aéreo (Viegas, 2000).

Os compostos de amônia, gases como os derivados do nitrogênio, enxofre, oxigênio, dependendo da concentração e tempo de exposição, além de provocarem lesões nas vias aéreas superiores podem determinar alterações respiratórias bronquioloalveolares (Bagatin & Costa, 2006).

Segundo Tinôco & Gates (2005), poucos trabalhos ainda tem sido realizados no Brasil, ainda falta muita informação sobre a quantificação e a identificação dos poluentes aéreos em ambientes de criação animal, em razão da dimensão territorial do país e das diferenças climáticas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em propriedade avícola comercial integrada, no Município de Canaã – Minas Gerais, localizado na Microrregião de Viçosa, Zona da Mata Mineira, a 718 m de altitude, latitude de 20° 41' 09" Sul e longitude de 42° 37' 11" Oeste.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente).

O experimento foi conduzido em três aviários de frangos de corte similares de um mesmo núcleo produtivo, durante a estação de inverno.

Os três aviários possuem orientação no sentido Leste-Oeste, com dimensões de 14 m de largura por 55 m de comprimento, pé direito de 2,90 m, posicionados lado a lado e distanciados entre si de, aproximadamente, 8 m.

A estrutura do telhado foi composta por pórticos de madeira roliça, cobertos com telhas de barro e apoiada em pilares em concreto armado com seção de 0,15 m por 0,15 m, espaçados entre si em 4,20 m. A cobertura é de duas águas, 40% de inclinação, e beiral de 0,65 m, sem lanternim. A forração é feita de lona de polietileno amarela a 2,9 m do piso. As faces norte - sul dos galpões possuem muretas com 0,30 m de altura, também de alvenaria de blocos de concreto, acima das quais foram afixadas telas de arame de malha 3,5 cm, até à altura do telhado e

cortinas de polietileno, cor amarela, com acionamento manual e fechamento de baixo para cima.

Todos os aviários receberam cama nova de casca de café, com 5 cm de espessura. A quantidade de equipamentos como comedouros e bebedouros foram compatíveis com as recomendações técnicas dos fabricantes, ou seja, comedouros manuais tubulares na proporção de um para cada 50 aves e bebedouros pendulares na proporção de um para cada 80 aves.

Foram utilizadas aves da linhagem AVIAN (machos), originárias de um mesmo incubatório, com a quantia de 8.500 aves por galpão, totalizando a densidade de 11 aves/m². As práticas de manejo das aves seguiram as orientações técnicas habitualmente utilizadas pela empresa, e identicamente por um mesmo tratador em todos os galpões.

A coleta de dados experimentais foi realizada na área de crescimento inicial dos frangos de corte, situada no interior dos galpões avícolas e denominada de pinteiro, compreendendo o período de 1 a 21 dias, correspondente ao período de aquecimento nas três primeiras semanas de vida das aves.

3.1 PROJETO E AVALIAÇÃO DE DIFERENTES SISTEMAS DE RENOVAÇÃO DE AR PARA CONFORTO TÉRMICO DAS AVES

Cada um dos aviários, aleatoriamente, foi equipado com diferentes sistemas de ventilação mínima, cada um constituindo um tratamento:

→ SVMP – sistema de ventilação mínima por pressão positiva, posicionando-se os ventiladores na linha dos forros e

insuflando o ar contido entre o telhado e o forro para dentro da área de crescimento, usando-se um defletor para evitar o jato de ar diretamente nas aves e evitar o levantamento de poeira proveniente da cama (Figura 1). O número de renovações de todo o ar do pinteiro foi programado conforme sugerido por Curtis (1983) para condições de inverno, que é entre 1 a 6 renovações por hora, utilizando um temporizador liga/desliga (Figura 2), que controla os intervalos de tempo determinados para cada semana observada (Tabela 4).

- SVMN – sistema de ventilação mínima por pressão negativa, com 1 a 6 renovações por hora, utilizando um temporizador liga/desliga (Figura 2), com exaustores posicionados em uma das extremidades da área de crescimento (Figura 3), com retiradas de ar de intercaladas por espaço de tempo diferenciado para cada semana de vida das aves (Tabela 4).
- SVMNat – sistema de ventilação mínima por via natural, através do manejo de cortinas e também pela própria abertura das portas quando da entrada dos trabalhadores durante as vistorias.

A ventilação mínima foi baseada nos dados segundo ASAE (2003), para galpões com sistema de aquecimento de combustão localizado internamente as instalações, conforme Tabela 3.

Os valores foram dados em m^3 de renovação de ar por hora, por idade e por 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 $0,23 \text{ m}^3/\text{hora/animal}$ nos primeiros 7 dias de alojamento, durante a segunda semana de vida das aves, foi de $0,32 \text{ m}^3/\text{hora/animal}$, e durante a terceira semana de vida foi $0,39 \text{ m}^3/\text{hora/animal}$.

Dessa forma, os dois sistemas SVMN e SVMP foram equipados com um exaustor e um ventilador. Respectivamente, ambos com vazão de $300 \text{ m}^3/\text{min}$. Para obter-se a renovação de ar de acordo com os padrões ASAE (2003), procedeu-se ao funcionamento intermitente dos sistemas de ventilação mínima, conforme Tabela 4.

TABELA 4. Programação do período de funcionamento dos sistemas de ventilação mínimas para os sistemas de pressão negativa (SVMN) e pressão positiva (SVMP) para a fase de aquecimento

Semanas	Tempo ligado (Minutos)*	Tempo desligado (Minutos)*	Renovações
Primeira	1	10	6 min. ligados em 1 hora
Segunda	1	8	7 min. ligados em 1 hora
Terceira	1	7	8 min. ligados em 1 hora

*Tempos de funcionamento ligado/desligado foi o mesmo para os dois sistemas (SVMN e SVMP)

Em todos os casos, o número de renovações de ar por hora e a frequência de ventilação foram estabelecidos de acordo com os princípios de conservação de calor e massa considerando-se, a priori, que o ambiente era totalmente fechado e que o ambiente externo de onde foi succionado o ar de renovação, encontrava-se a uma temperatura de pelo menos $10 \text{ }^\circ\text{C}$ inferior à do ar interno ao pinteiro. Os limites de renovações de ar variaram conforme a velocidade máxima permitida ao ar ambiente ao nível das aves jovens, que oscila entre valores de $0,1$ a $0,5 \text{ m s}^{-1}$.

O sistema de ventilação por pressão positiva automatizado foi constituído por um ventilador axial, de três hélices, diâmetro de 0,90 m e vazão de $300 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, acionado e desligado com uso de temporizadores. Foi posicionado na linha do forro, com fluxo no sentido vertical sobre defletor de 1,5 m diâmetro. A escolha deste tipo de ventilador deveu-se ao fato deste ser o padrão de ventilador assumido pela cadeia avícola do Brasil, sendo facilmente disponível no mercado mundial (Figura 1).



FIGURA 1. Sistema de ventilação mínima por pressão positiva (ventilador). Ventilador posicionado no interior da instalação ao nível do forro, com defletor acoplado, visando evitar a incidência do jato de ar diretamente sobre as aves.

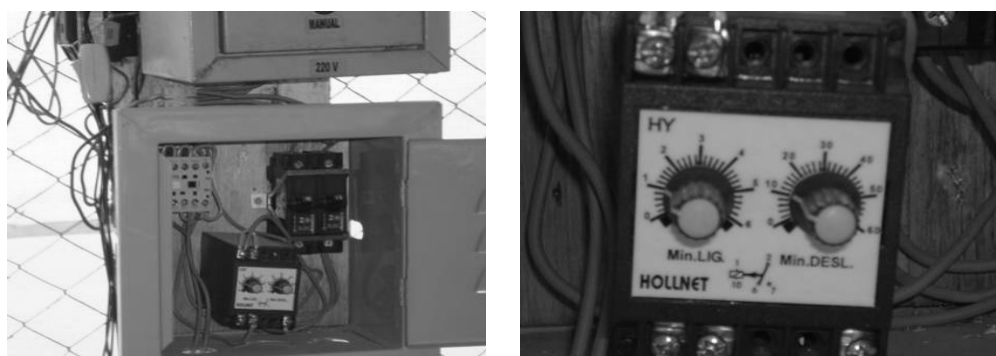


FIGURA 2. Temporizador (timer-temporizadores) usado para alternar os ciclos de funcionamento dos equipamentos, acionando e desligando os ventiladores automaticamente após o intervalo de tempo programado.

Para o sistema de ventilação por pressão negativa, foi utilizado um exaustor, com diâmetro de 0,90 m e vazão de $300 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$. Este sistema de ventilação mínima

foi posicionado na face lateral do galpão, em ante-sala que antecede o ambiente de pinteiro, que foi protegido por cortinas laterais, visando diminuir o espaço a ser aquecido (Figura 3).

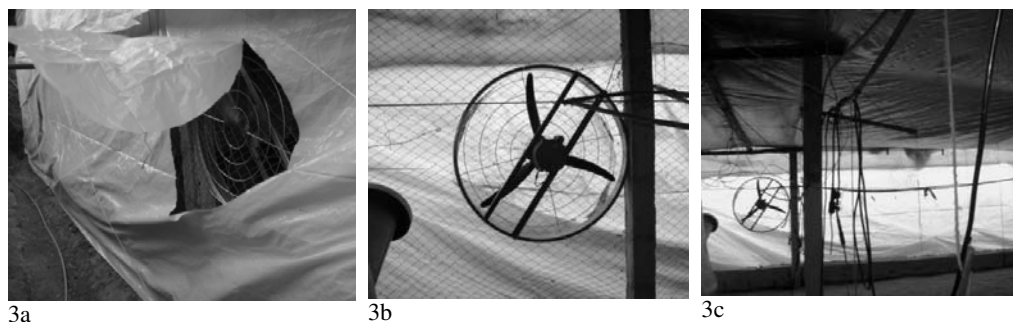


FIGURA 3. Sistema de ventilação mínima por pressão negativa (exaustor). 3a) Vista do exaustor na parte externa do galpão; 3b) Vista do exaustor no interior do galpão; 3c) Vista do exaustor localizado na ante-sala.

Os sistemas de aquecimento foram dispostos conforme manejo habitual da empresa, sendo uma campânula a carvão para cada 3000 aves jovens. Na fase inicial de aquecimento, as aves foram confinadas numa área correspondente a 1/3 do total da área do galpão (8,6 m de largura e 28 m de comprimento e 2,45 de altura), denominada pinteiro ou área de crescimento inicial, situado em uma das extremidades do aviário. Este espaço foi protegido com divisórias internas formando círculos de proteção, isolados por paredes divisórias em fibras de madeira prensada, (folhas de eucatex) e por cortinas confeccionadas em fibras de plástico (polietileno), para reduzir o volume de ar a ser aquecido. Inicialmente cada círculo de proteção possuía cerca de 7 m de diâmetro e circundava uma campânula. A altura do pinteiro foi compreendida entre o piso e o forro de polietileno. Na medida em que os pintinhos foram se desenvolvendo, ocorreu a ampliação adequada desta área e volume.

No primeiro dia de alojamento, a densidade foi de 80 aves/m² (volume de ar de 589,96 m³), com ampliação de 3 m no sentido do comprimento do pinteiro, correspondente ao incremento de mais 63,21 m³ de ar no interior do pinteiro a cada dois dias, atingindo assim toda a extensão do galpão ao final de 21 dias de idade das aves.

Foram distribuídas três campânulas de aquecimento à lenha de maneira a manter a uniformidade no aquecimento total da área de crescimento (Figura 4). O abastecimento das campânulas foi manual, acompanhando as exigências ambientais das aves. O sensor de temperatura foi posicionado ao nível das aves.



FIGURA 4. Campânula “asa de morcego” - fonte de combustível: carvão.

Foram feitas medições continuamente, tanto no ambiente interno quanto no externo, com seleção de três pontos ao longo do comprimento do galpão bem como dois pontos ao longo da altura, caracterizando diferentes gradientes, das variáveis ambientais. As variáveis avaliadas foram temperatura de globo negro e temperatura do ar (bulbo seco), umidade relativa e velocidade do ar, ao nível das aves.

As medições foram realizadas com o uso de um sistema de aquisição de dados, com sensores de leitura contínua (datalogger), em intervalos de 15 minutos,

totalizando 96 horários de coleta por dia, durante 21 dias (período experimental). Destes dados foram calculados os índices de temperatura de Globo e Umidade (ITGU) propostos por Buffington et al. (1981), obtido com o uso da seguinte expressão:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36 * T_{po} - 41,5 \quad \text{eq.1}$$

Em que: T_{gn} = temperatura de globo negro, °C;

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C.

A temperatura do ponto de orvalho foi obtida com a seguinte expressão:

$$T_{po} = \frac{186,4905 - 237,3 \log_{10} e}{\log_{10} e - 8,2859} \quad \text{eq.2}$$

Em que: T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C;

e = pressão real de vapor d'água, em hPa.

Para medição da temperatura e da umidade relativa do ar foram utilizados sensores acoplados a um sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade, marca HOBO[®], modelo RH/Temp H08-032-08, com resolução de 0,1 °C (temperatura) e 1 % (umidade), e precisão de $\pm 0,7$ °C (temperatura) e ± 1 % (umidade). Para a velocidade do ar, utilizou-se instrumentos de anemômetro digital de fio quente, FMA-900-V, marca ÔMEGA, faixa de 0 a 0,51 m s⁻¹, precisão de $\pm 2\%$ na temperatura de 0 a 50 °C (Figura 5). O sinal de saída do equipamento é de 0 a 5 V e fonte de alimentação de 15 a 24 V.

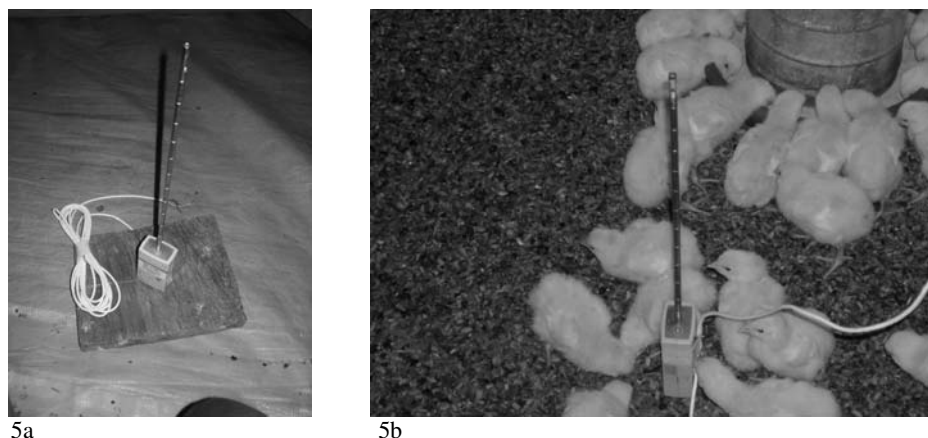


FIGURA 5. 5a) Anemômetro digital de fio quente; 5b) Posicionamento do anemômetro no interior das instalações.

Para a verificação dos dados de velocidade do ar, foram utilizados módulos de entrada analógica, modelo IP-7017. A conexão do anemômetro ao módulo foi feita por cabos telefônicos trançados FI 2 x 0,24 mm². Os dados coletados foram armazenados diariamente em arquivos de formato texto, por meio de um programa computacional, desenvolvido na linguagem de programação C++ *Builder* versão 6.0 (Figura 6).

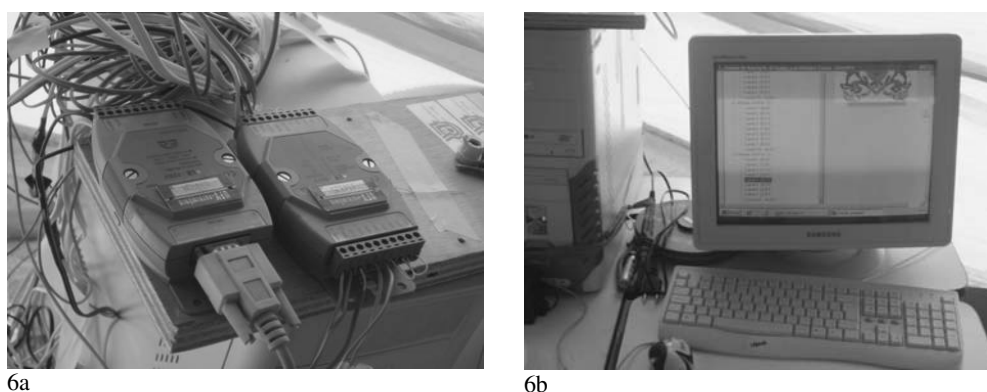


FIGURA 6. 6a) Módulos interligando os anemômetros de fio quente ao sistema computacional; 6b) Vista do programa usado no sistema de aquisição de dados para a velocidade do ar.

A distribuição da instrumentação no interior da instalação, para coleta e armazenamento dos dados, encontra-se na Figura 7.

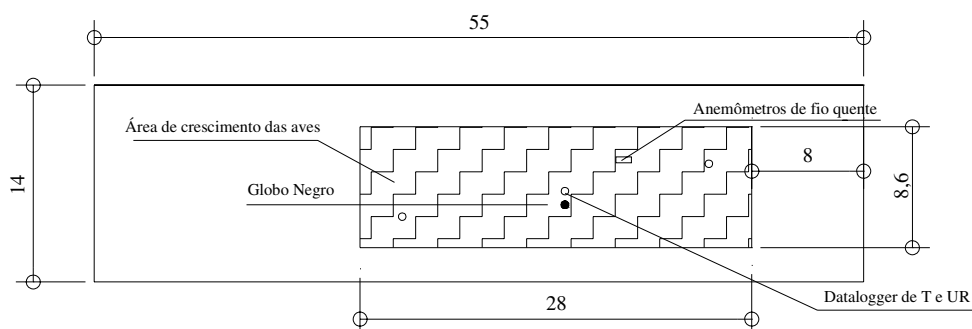


FIGURA 7. Croqui da distribuição e posição dos sensores ao longo das instalações. Medidas expressas em metros.

Foram realizadas também no interior do galpão medições de temperatura de superfície da cama, nos mesmos três pontos no sentido do comprimento do galpão, onde se localizavam os sensores para a coleta das variáveis ambientais. Usou-se o sensor de infravermelho para as medições de temperatura de superfície de cama.

Para a coleta de dados climáticos do ambiente externo foi utilizado abrigo meteorológico, instalado nas proximidades das instalações a uma altura aproximada de 1,5 m e com sua frente voltada para a face sul.

No interior do abrigo foram instalados sensores para a medição contínua da temperatura e umidade do ar durante todo o período experimental, equipado pelo mesmo sistema de aquisição de dados utilizado e especificados no interior dos aviários.

Nas proximidades do abrigo, a mais ou menos 1 m de raio e a 1,5 m de altura, foi instalado um globo negro para aquisição de temperaturas de globo externas. Para a obtenção das temperaturas de globo negro, foram utilizados sensores acoplados a

um sistema de aquisição de dados inseridos internamente no centro geométrico dos globos. Nestes mesmos pontos também foram verificados os valores de velocidades do ar.

3.2 DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DO AR AO NÍVEL DOS ANIMAIS E DOS TRABALHADORES

Foram feitas medições de concentrações instantâneas de amônia, monóxido de carbono e oxigênio em ppm, ao nível das aves e dos trabalhadores.

As medições de concentrações de amônia, monóxido de carbono e oxigênio foram realizadas em três pontos no interior do pinteiro, a uma altura de 0,30 m do piso, isto é, aproximadamente à altura de respiração das aves e a 1,6 m, altura média dos trabalhadores. As coletas de dados foram realizadas às 3, 9, 15 e 21 h, nos galpões em análise, durante todo o período experimental.

Referindo-se à coleta de dados para as concentrações de amônia, foi utilizado um sensor de princípio eletroquímico, com resolução de 0,1 ppm e precisão de ± 1 ppm, que detecta a concentração instantânea em uma faixa de medição de 0 a 100 ppm. Para CO e O₂, foi utilizado um sensor eletroquímico, com resolução de 1 ppm e precisão de ± 1 ppm, que detecta a concentração instantânea em uma faixa de medição de 0 a 100 ppm.

3.3 AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO PRODUTIVO DAS AVES

Para avaliar o desempenho produtivo dos animais, foram utilizados os seguintes índices zootécnicos: peso vivo (P.V.), ganho de peso (G.P.), consumo de ração (C.R.), conversão alimentar (C.A.), taxa de mortalidade (T.M.), e o índice de eficiência alimentar (I.E.A.), os quais foram obtidos semanalmente e no momento do abate.

Os animais foram pesados no início de cada lote e a cada 7 dias no decorrer do experimento. A ração fornecida foi pesada diariamente.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliar as variáveis referentes ao ambiente (conforto térmico e qualidade do ar), o experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema de parcelas subdivididas no tempo, tendo nas parcelas os tratamentos: ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), ventilação mínima por pressão positiva (SVMP), e ventilação por via natural (SVMNat), e nas subparcelas o tempo (dias da semana). Nesta análise foram considerados como repetições os horários nos quais as variáveis foram medidas. Estas variáveis ambientais foram submetidas à análise de variância, e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey adotando-se o nível de 5% de probabilidade, pelo programa SAS[®] System.

Para o estudo das variáveis relacionadas com o desempenho dos animais, realizou-se uma análise de regressão dos para a variável peso vivo (P.V.) dos animais em função da idade dos animais para cada tratamento (SVMN, SVMP e SVMNat).

Nas demais análises a ausência de repetição foi indicada pelo fato de ter-se realizado apenas uma avaliação por semana dessa forma não foi possível identificar semana como bloco (ou repetição) como visto para as variáveis ambientais, fato este que inviabilizou a utilização do método ANOVA para as variáveis em questão.

Especificamente para descrever o comportamento da variável peso vivo (P.V.) em função do tempo (semanas), adotou-se um modelo de regressão não linear cujos parâmetros apresentam interpretação biológica. Optou-se pelo modelo Gompertz devido a sua grande aplicação na descrição de curvas de crescimento de frangos e também por tal modelo apresentar maior taxa de convergência que outros modelos também utilizados na descrição de curvas de crescimento, como Logístico e Richards. Este modelo é dado por: $y_i = A \exp(-B \exp(-Kt))$, em que: A representa o peso adulto do animal, B apresenta-se apenas como uma constante matemática e K representa a taxa de maturidade, a qual expressa a velocidade de crescimento do animal, de forma que quanto maior seu valor, maior é a precocidade do animal. Para ajustar o modelo em questão utilizou-se o PROC NLIN do SAS[®] via método de otimização de Gauss-Newton, e para comparar as curvas de crescimento estimadas para cada tratamento (SVMN, SVMP e SVMNat) adotou-se o método da sobreposição dos intervalos de confiança para as estimativas dos parâmetros do modelo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS REFERENTES À PRIMEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES

Na primeira semana, as taxas de ventilação aplicadas para os sistemas de ventilação mínima positiva e negativa foram controladas por um temporizador que permaneceu acionado durante 1 minuto e desligado por 10 minutos durante o período considerado.

4.1.1 AMBIENTE TÉRMICO

As análises de variâncias referentes a primeira semana de vida das aves para as variáveis ambientais: temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e da velocidade do ar, encontram-se na Tabela 5. Optou-se pelo desdobramento das interações Sistemas de ventilação x hora independentemente de sua significância, fixando o efeito de horário, ou seja, avaliou-se as diferenças entre os tratamentos separadamente dentro de cada horário.

TABELA 5. Resumo das análises de variância verificadas durante a primeira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do ar (m s^{-1}), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (PRIMEIRA SEMANA)			
		Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	Velocidade do ar (m s^{-1})	Umidade Relativa (%)	ITGU
Trat	2	536.07*	3.045*	13392.13*	176,45 ^{n.s}
Dia	6	167.91*	0.013 ^{n.s}	4719.85*	398,46*
Trat*Dia	12	32.42*	0.053*	206.85*	47,89**
Hora	95	279.75*	0.0016 ^{n.s}	755.46*	362,31**
Trat*Hora	190	1.56 ^{n.s}	0.0016*	13.36 ^{n.s}	1,98 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

A interação sistemas de ventilação pela hora foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$) apenas para a variável velocidade do ar, as demais variáveis do ambiente térmico, temperatura, umidade relativa do ar e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) não foi significativa pelo teste F.

4.1.1.1 TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR

Os valores médios observados da temperatura do ar (T), em $^{\circ}\text{C}$, e para velocidade do ar, em m s^{-1} , em função dos horários de observações na primeira semana de vida das aves, no interior das instalações experimentais, estão apresentados na Tabela 6. Ao se plotar os dados desta tabela considerando as variáveis temperatura do ar (T) e velocidade do ar em função dos horários tem-se, respectivamente, as Figuras 8 e 9.

TABELA 6. Médias de temperatura do ar (t), em °C, e velocidade do ar, em m s⁻¹, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	TEMPERATURA DO AR (°C)			VELOCIDADE DO AR (m s ⁻¹)		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0:00	21,6 a	21,8 a	23,3 a	0,05 b	0,01 b	0,14 a
0:15	21,6 a	21,9 a	23,0 a	0,06 b	0,02 b	0,15 a
0:30	21,6 a	21,8 a	22,7 a	0,06 b	0,02 b	0,15 a
0:45	21,7 a	21,5 a	22,4 a	0,08 b	0,02 b	0,18 a
1:00	21,7 a	21,2 a	22,2 a	0,07 b	0,02 b	0,18 a
1:15	21,5 a	21,0 a	21,8 a	0,07 b	0,02 b	0,18 a
1:30	21,5 a	20,8 a	21,6 a	0,08 b	0,02 b	0,17 a
1:45	21,3 a	20,7 a	21,5 a	0,09 ab	0,02 b	0,17 a
2:00	21,1 a	20,9 a	21,4 a	0,08 b	0,02 b	0,16 a
2:15	21,0 a	20,9 a	21,3 a	0,07 b	0,02 b	0,17 a
2:30	21,3 a	21,0 a	21,3 a	0,05 b	0,02 b	0,16 a
2:45	21,5 a	21,1 a	21,8 a	0,06 b	0,03 b	0,17 a
3:00	21,3 a	21,1 a	22,0 a	0,06 b	0,03 b	0,19 a
3:15	21,3 a	21,1 a	22,2 a	0,05 b	0,03 b	0,17 a
3:30	21,3 a	21,1 a	22,0 a	0,06 b	0,02 b	0,15 a
3:45	21,2 a	21,0 a	22,4 a	0,06 b	0,02 b	0,17 a
4:00	21,1 a	20,8 a	22,4 a	0,06 b	0,02 b	0,17 a
4:15	20,9 a	20,8 a	22,3 a	0,07 b	0,02 b	0,16 a
4:30	20,7 a	20,8 a	22,1 a	0,07 b	0,02 c	0,15 a
4:45	20,6 a	21,0 a	22,0 a	0,08 b	0,02 b	0,16 a
5:00	20,8 a	21,1 a	23,0 a	0,09 b	0,03 b	0,17 a
5:15	20,8 a	21,0 a	23,0 a	0,09 b	0,02 b	0,18 a
5:30	20,7 a	21,0 a	22,6 a	0,09 b	0,02 c	0,17 a
5:45	20,9 a	21,1 a	22,4 a	0,09 b	0,02 c	0,16 a
6:00	21,2 a	20,9 a	22,2 a	0,07 b	0,03 b	0,17 a
6:15	21,9 a	20,8 a	22,0 a	0,07 b	0,02 b	0,16 a
6:30	22,0 a	20,8 a	21,9 a	0,08 b	0,02 b	0,17 a
6:45	22,0 a	20,7 a	22,4 a	0,09 ab	0,04 b	0,16 a
7:00	21,8 a	20,7 a	23,3 a	0,06 b	0,03 b	0,18 a
7:15	22,0 ab	20,9 b	24,0 a	0,05 b	0,02 b	0,15 a
7:30	22,3 ab	21,0 b	24,5 a	0,05 b	0,03 b	0,16 a
7:45	22,8 ab	21,2 b	24,7 a	0,04 b	0,03 b	0,19 a
8:00	23,2 ab	21,8 b	25,3 a	0,03 b	0,03 b	0,19 a
8:15	23,9 ab	22,8 b	26,0 a	0,03 b	0,02 b	0,18 a
8:30	25,4 ab	23,9 b	27,1 a	0,03 b	0,01 b	0,18 a
8:45	26,2 ab	25,1 b	27,7 a	0,03 b	0,01 b	0,17 a
9:00	27,0 a	26,1 a	28,3 a	0,04 b	0,01 b	0,16 a
9:15	27,6 a	26,8 a	28,8 a	0,04 b	0,02 b	0,17 a
9:30	28,2 a	27,5 a	29,6 a	0,04 b	0,02 b	0,16 a
9:45	28,8 a	28,1 a	30,2 a	0,04 b	0,02 b	0,16 a
10:00	28,9 a	28,6 a	30,0 a	0,05 b	0,02 b	0,16 a
10:15	29,1 a	29,0 a	30,0 a	0,07 b	0,02 b	0,16 a
10:30	29,3 a	29,3 a	30,3 a	0,08 b	0,02 c	0,16 a
10:45	29,5 a	29,3 a	30,2 a	0,08 b	0,02 a	0,15 a
11:00	29,5 a	29,3 a	30,1 a	0,07 b	0,02 b	0,14 a
11:15	29,7 a	29,5 a	30,4 a	0,07 b	0,01 c	0,12 a

11:30	30,1	a	29,7	a	30,5	a	0,09	a	0,01	b	0,14	a
11:45	29,9	a	29,7	a	30,5	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
12:00	29,8	a	29,8	a	30,6	a	0,07	b	0,01	c	0,13	a
12:15	30,0	a	30,0	a	30,8	a	0,08	b	0,01	c	0,15	a
12:30	30,3	a	30,5	a	31,0	a	0,08	a	0,01	b	0,14	a
12:45	30,7	a	30,8	a	31,6	a	0,08	b	0,01	c	0,15	a
13:00	31,0	a	31,0	a	32,0	a	0,08	b	0,02	c	0,14	a
13:15	31,1	a	31,1	a	32,0	a	0,07	b	0,02	c	0,11	a
13:30	31,2	a	30,9	a	32,2	a	0,06	b	0,01	c	0,13	a
13:45	31,1	a	30,7	a	32,3	a	0,07	b	0,02	c	0,12	a
14:00	31,0	a	30,7	a	32,3	a	0,08	b	0,01	c	0,12	a
14:15	31,1	a	30,7	a	32,4	a	0,08	b	0,01	c	0,13	a
14:30	30,8	a	30,6	a	32,5	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
14:45	30,6	a	30,4	a	32,3	a	0,06	b	0,01	c	0,14	a
15:00	30,3	a	30,2	a	32,0	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
15:15	30,4	a	29,9	a	31,7	a	0,07	b	0,01	c	0,13	a
15:30	30,1	a	29,7	a	31,5	a	0,07	a	0,02	b	0,11	a
15:45	29,8	a	29,7	a	31,3	a	0,07	b	0,01	c	0,11	a
16:00	29,6	a	29,4	a	31,0	a	0,06	b	0,02	b	0,12	a
16:15	29,4	a	29,1	a	30,6	a	0,05	b	0,02	c	0,11	a
16:30	29,0	a	28,9	a	30,2	a	0,05	b	0,01	c	0,12	a
16:45	28,6	a	28,6	a	30,1	a	0,09	a	0,01	b	0,11	a
17:00	28,5	a	28,4	a	30,0	a	0,07	b	0,01	c	0,13	a
17:15	28,4	a	28,2	a	29,9	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
17:30	28,2	a	27,9	a	29,5	a	0,08	a	0,01	b	0,14	a
17:45	27,8	a	27,5	a	28,9	a	0,08	b	0,02	b	0,16	a
18:00	27,1	ab	27,0	b	28,6	a	0,10	b	0,01	c	0,16	a
18:15	26,9	ab	26,6	b	28,3	a	0,11	a	0,01	b	0,15	a
18:30	27,0	a	26,3	a	28,2	a	0,09	a	0,01	b	0,15	a
18:45	27,0	a	26,2	a	28,0	a	0,06	b	0,02	b	0,15	a
19:00	26,9	a	26,1	a	28,0	a	0,04	b	0,03	b	0,16	a
19:15	26,8	a	26,0	a	28,1	a	0,05	b	0,03	b	0,15	a
19:30	26,7	a	25,8	a	28,2	a	0,05	b	0,02	b	0,15	a
19:45	26,5	ab	25,7	b	28,2	a	0,05	b	0,03	b	0,14	a
20:00	26,2	ab	25,5	b	28,2	a	0,07	b	0,03	b	0,17	a
20:15	25,8	ab	25,5	b	28,3	a	0,07	b	0,03	b	0,15	a
20:30	25,3	b	25,3	b	28,2	a	0,06	b	0,03	b	0,15	a
20:45	24,9	b	25,2	b	27,9	a	0,04	b	0,04	b	0,15	a
21:00	24,6	b	25,0	ab	27,6	a	0,04	b	0,04	b	0,15	a
21:15	24,5	b	25,0	ab	27,4	a	0,06	b	0,03	b	0,14	a
21:30	24,5	a	24,7	a	27,2	a	0,06	b	0,03	b	0,15	a
21:45	24,3	a	24,4	a	26,9	a	0,05	b	0,02	b	0,15	a
22:00	24,0	a	24,2	a	26,7	a	0,05	b	0,03	b	0,15	a
22:15	23,7	a	24,0	a	26,4	a	0,06	b	0,02	b	0,15	a
22:30	23,5	a	23,7	a	26,2	a	0,06	b	0,02	b	0,15	a
22:45	23,3	a	23,5	a	25,8	a	0,06	b	0,03	b	0,14	a
23:00	23,2	a	23,3	a	25,4	a	0,05	b	0,03	b	0,15	a
23:15	23,1	a	23,2	a	25,2	a	0,06	b	0,03	b	0,14	a
23:30	23,0	a	23,0	a	24,8	a	0,06	b	0,03	b	0,14	a
23:45	22,8	a	22,8	a	24,6	a	0,06	b	0,02	b	0,14	a

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

Segundo Cony e Zoche (2004), Macari et al. (2002) e Oliveira (2006), valores de temperatura compreendidos entre 32 e 34 °C são consideradas confortáveis para a primeira semana de vida das aves, essas faixas de níveis ótimos alcançados estão destacadas na Tabela 6, as velocidades do ar em níveis adequados, também encontram-se destacadas.

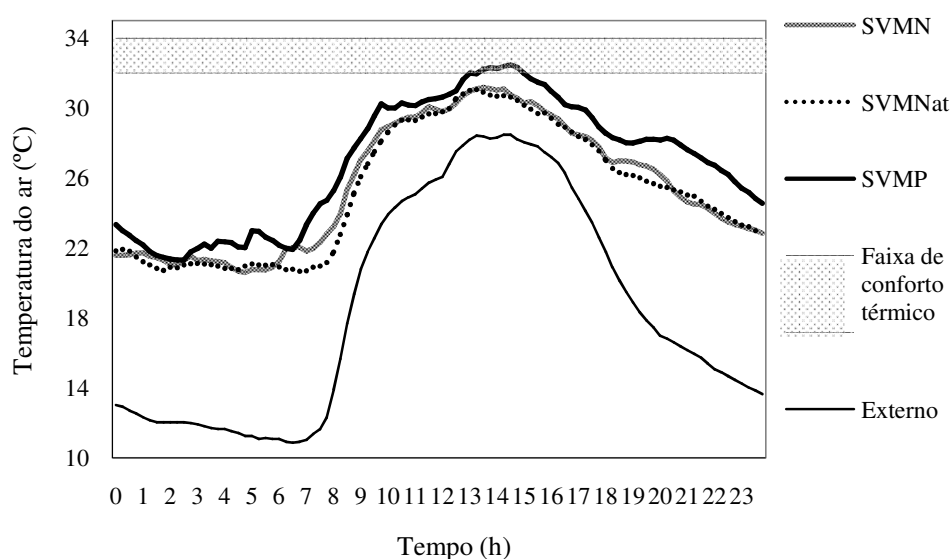


FIGURA 8. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Segundo os dados médios de temperatura do ar, verificados nos sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMP e SVMNat, na primeira semana de vida das aves, observa-se que não se alcançou níveis satisfatórios aos considerados confortáveis, para nenhum dos três tratamentos. Vigoderis (2006) observou comportamento semelhante em pesquisas realizadas com sistemas de aquecimento no período do inverno, mostrando que em períodos de frio intenso não se tem atingido as condições adequadas de temperaturas nas primeiras semanas de vida das aves.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato de o isolamento dos pinteiros (área de crescimento inicial) ser muito débil, dificultando a manutenção da temperatura do ar dentro das condições de conforto térmico.

Sendo assim, níveis de conforto ocorreram apenas por um pequeno intervalo de tempo, apenas para o sistema de ventilação mínima por pressão positiva, período este compreendido entre 13h30min e 14h45min (Figura 8). Segundo Teixeira (1996) e Tinôco (2001), este é o horário mais quente do dia, em decorrência da maior incidência de radiação solar direta sobre telhados e parâmetros verticais do galpão.

Observa-se que as amplitudes das curvas de temperatura do ar interno das instalações, para todos os sistemas de ventilação mínima, em relação às temperaturas do ambiente externo, apresentam-se bem maiores durante o período noturno (o que está de acordo com o esperado, uma vez que este é o período mais frio do ciclo de 24 horas), com a máxima amplitude de 10 °C observada, em relação ao sistema de ventilação por via natural no horário de 5h45min. A mínima diferença entre as temperaturas do ambiente externo em relação ao ambiente interno dos aviários, ocorreu durante o dia, às 15h30min, tendo sido esta diferença de 1,9 °C. Avaliando-se a grande diferença entre os valores ideais de temperatura e aqueles obtidos nos distintos tratamentos, verifica-se que as aves estiveram expostas a estresse por frio muito severo durante a maior parte do tempo.

Na Figura 9, encontram-se ilustrados os resultados dos valores médios de velocidade do ar observados no interior das instalações, referentes à primeira semana, correspondendo aos tratamentos (SVMN, SVMNat e SVMP).

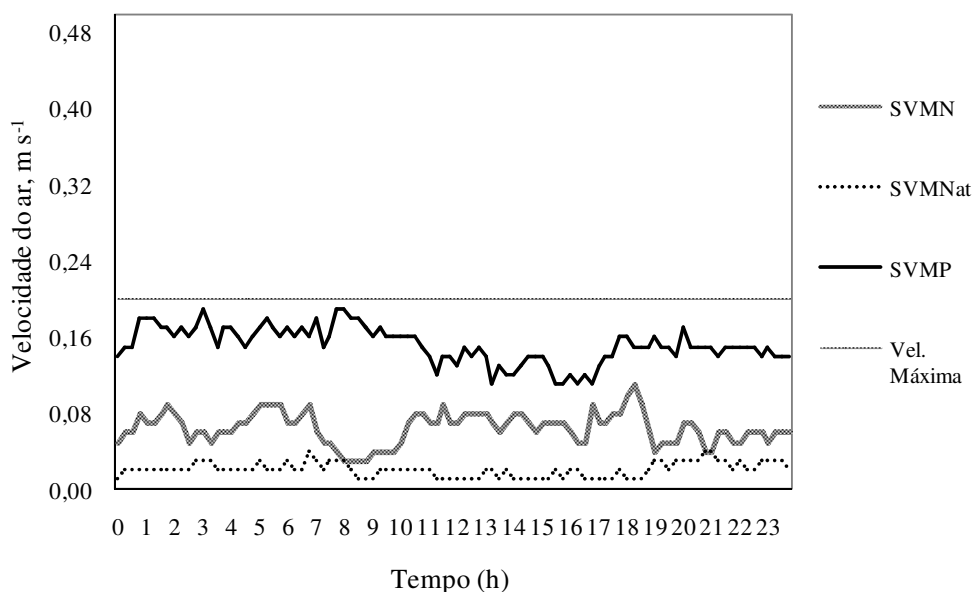


FIGURA 9. Médias das velocidade do ar no ambiente interno dos aviários, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Observa-se que os maiores valores de velocidade do ar foram verificadas no sistema por pressão positiva, onde obteve-se diferença estatística ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos na maioria dos horários observados (Tabela 6). Na ventilação natural, as médias de velocidade do ar foram muito baixas, não sendo consideradas níveis adequados para se realizar a mínima renovação de ar e garantir boas condições higiênicas e de qualidade de ar.

Conforme ilustrado na Figura 9 e Tabela 6, verifica-se que o sistema de ventilação mínima que proporcionou valores de velocidades do ar significativamente maior e mais adequada as renovações higiênicas e mais próximas daquelas propostas por Moura (2001) e COBB (2008) como ideais para a primeira semana de vida das aves, entre $0,08$ a $0,20 \text{ m s}^{-1}$, foram as verificadas no SVMP, seguido do SVMN. No caso do SVMP, verifica-se que não foram consideradas excessivas para esse período

de vida das aves, pois uma vez que os níveis de temperatura do ar ao nível das aves não foram afetados pelo processo de ventilação, comparativamente aos outros sistemas. Ou seja, as maiores temperaturas do ar ocorreram no SVMP apesar de ser o sistema com maior velocidade do ar ao nível das aves.

Verifica-se, portanto, que possivelmente houve falhas no sistema de aquecimento adotado (campânulas a lenha), pois as temperaturas medidas no interior das instalações foram semelhantes nos três sistemas de ventilação mínima, ou seja, a velocidade do ar entre os sistemas compostos por equipamentos de ventilação e exaustão em relação ao com ventilação natural estavam adequados ao limites máximos, não sendo o que influenciou diretamente as baixas médias de temperaturas verificadas principalmente no período noturno.

Como as campânulas foram abastecidas manualmente pelo trabalhador, a reposição do material combustível pode ter sido ocasionada em número de vezes inferior ao necessário para manter o ambiente com aquecimento adequado, especialmente no período noturno. Ainda podem-se associar possíveis falhas de aquecimentos relacionados a problemas de má vedação lateral, ou seja, pontos de fugas do ar aquecido, através de aberturas e ou possíveis furos no material da cortina de polietileno tanto nas laterais quanto na forração. Ademais, há o fato de que o material do envoltório dos pinteiros, lonas de PVC, é muito débil em relação ao isolamento térmico, não contribuindo na manutenção da temperatura no interior do ambiente. Estes resultados fazem supor que o problema de baixas temperaturas dos aviários brasileiros mencionados por Vigoderis (2006) e Cordeiro (2007) tem uma relação muito estreita não somente com os sistemas de aquecimento, mas muito fortemente com o baixo isolamento térmico dos envoltórios do abrigo.

4.1.1.2 UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

Os valores médios observados da umidade relativa do ar (UR), em %, e para o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), em função dos horários de observações na primeira semana de vida das aves, no interior das instalações, estão apresentados na Tabela 7, com representação gráfica dos dados nas Figuras 10 e 11.

TABELA 7. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	Umidade Relativa do ar (%)			ITGU		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0:00	58 a	62 a	54 a	68 a	69 a	70 a
0:15	57 a	62 a	54 a	68 a	69 a	69 a
0:30	57 ab	62 a	55 b	68 a	69 a	69 a
0:45	56 b	62 a	55 b	68 a	68 a	69 a
1:00	56 b	63 a	55 b	68 a	68 a	68 a
1:15	56 b	63 a	56 b	68 a	68 a	68 a
1:30	56 b	64 a	56 b	68 a	68 a	68 a
1:45	56 b	64 a	56 b	68 a	68 a	67 a
2:00	57 b	64 a	57 b	68 a	68 a	67 a
2:15	57 b	64 a	57 b	68 a	68 a	67 a
2:30	56 b	63 a	58 b	68 a	68 a	67 a
2:45	55 b	63 a	57 ab	68 a	68 a	68 a
3:00	56 b	63 a	56 b	68 a	68 a	68 a
3:15	56 a	63 a	56 a	68 a	68 a	68 a
3:30	56 a	63 a	57 a	68 a	68 a	68 a
3:45	56 a	63 a	55 a	68 a	68 a	68 a
4:00	56 a	63 a	55 a	68 a	68 a	68 a
4:15	57 ab	63 a	54 b	68 a	68 a	68 a
4:30	57 ab	63 a	54 b	68 a	68 a	68 a
4:45	56 ab	63 a	54 b	68 a	68 a	68 a
5:00	56 b	62 a	51 b	68 a	68 a	68 a
5:15	56 b	62 a	52 b	68 a	68 a	69 a
5:30	56 b	62 a	52 b	68 a	68 a	68 a
5:45	55 b	62 a	52 b	68 a	68 a	68 a
6:00	55 b	63 a	53 b	68 a	68 a	68 a
6:15	53 b	63 a	54 b	68 a	67 a	68 a

6:30	52	b	63	a	54	ab	68	a	67	a	68	a
6:45	52	b	63	a	53	b	68	a	67	a	68	a
7:00	53	b	63	a	51	b	68	a	67	a	68	a
7:15	53	ab	63	a	49	b	68	a	67	a	69	a
7:30	53	ab	63	a	49	b	68	a	67	a	70	a
7:45	52	b	64	a	49	b	69	a	67	a	71	a
8:00	53	b	64	a	49	b	69	a	68	a	71	a
8:15	54	b	64	a	50	b	70	a	70	a	72	a
8:30	53	ab	63	a	50	b	72	a	71	a	74	a
8:45	52	ab	61	a	50	b	73	a	73	a	75	a
9:00	51	a	59	a	50	a	74	a	74	a	75	a
9:15	50	a	58	a	50	a	75	a	75	a	76	a
9:30	49	b	57	a	47	b	75	a	75	a	77	a
9:45	47	b	55	a	45	b	76	a	76	a	77	a
10:00	46	b	54	a	44	b	77	a	77	a	77	a
10:15	46	b	52	a	45	b	77	a	77	a	77	a
10:30	46	ab	52	a	45	b	77	a	78	a	78	a
10:45	45	ab	51	a	44	b	78	a	78	a	78	a
11:00	45	a	51	a	45	a	78	a	78	a	78	a
11:15	45	a	50	a	45	a	78	a	78	a	78	a
11:30	44	a	50	a	44	a	78	a	78	a	78	a
11:45	43	a	49	a	43	a	78	a	78	a	78	a
12:00	43	a	49	a	44	a	78	a	78	a	78	a
12:15	43	a	48	a	43	a	78	a	78	a	78	a
12:30	42	a	47	a	42	a	78	a	79	a	78	a
12:45	41	ab	46	a	40	b	79	a	79	a	79	a
13:00	41	a	46	a	40	a	79	a	79	a	79	a
13:15	41	a	45	a	39	a	79	a	79	a	79	a
13:30	41	a	45	a	40	a	79	a	79	a	79	a
13:45	40	a	45	a	39	a	79	a	78	a	79	a
14:00	40	ab	45	a	38	b	78	a	78	a	79	a
14:15	42	ab	45	a	37	b	79	a	78	a	79	a
14:30	40	ab	45	a	38	b	78	a	78	a	80	a
14:45	40	ab	45	a	37	b	78	a	78	a	80	a
15:00	40	a	45	a	38	a	78	a	78	a	79	a
15:15	40	a	45	a	39	a	78	a	78	a	79	a
15:30	40	a	46	a	39	a	78	a	77	a	79	a
15:45	41	a	47	a	40	a	77	a	78	a	79	a
16:00	41	a	47	a	40	a	77	a	77	a	78	a
16:15	41	a	47	a	41	a	77	a	77	a	78	a
16:30	42	a	48	a	42	a	76	a	77	a	77	a
16:45	43	a	49	a	41	a	76	a	76	a	77	a
17:00	44	a	49	a	42	a	75	a	76	a	77	a
17:15	45	a	49	a	42	a	75	a	76	a	77	a
17:30	45	a	50	a	43	a	75	a	75	a	77	a
17:45	46	a	51	a	44	a	75	a	75	a	76	a
18:00	47	a	51	a	45	a	74	a	74	a	76	a
18:15	48	a	52	a	45	a	74	a	74	a	75	a
18:30	48	ab	53	a	45	b	74	a	74	a	75	a
18:45	48	ab	54	a	45	b	74	a	74	a	75	a
19:00	48	ab	55	a	46	b	74	a	74	a	75	a
19:15	48	ab	55	a	45	b	74	a	73	a	75	a
19:30	49	ab	55	a	45	b	74	a	73	a	75	a
19:45	49	ab	56	a	45	b	74	a	73	a	75	a
20:00	49	ab	56	a	45	b	74	a	73	a	75	a

20:15	50	ab	56	a	45	b	73	a	73	a	75	a
20:30	51	ab	57	a	45	b	73	a	73	a	75	a
20:45	52	ab	57	a	46	b	72	a	73	a	75	a
21:00	52	ab	57	a	47	b	72	a	73	a	74	a
21:15	52	ab	58	a	48	b	72	a	73	a	74	a
21:30	52	ab	58	a	48	b	72	a	72	a	74	a
21:45	53	ab	58	a	48	b	72	a	72	a	74	a
22:00	53	ab	59	a	49	b	71	a	72	a	73	a
22:15	54	ab	59	a	49	b	71	a	71	a	73	a
22:30	54	ab	60	a	49	b	71	a	71	a	73	a
22:45	54	ab	60	a	50	b	70	a	71	a	73	a
23:00	54	ab	60	a	51	b	70	a	71	a	72	a
23:15	54	ab	61	a	51	b	70	a	71	a	72	a
23:30	54	ab	61	a	52	b	70	a	70	a	72	a
23:45	55	ab	61	a	52	b	70	a	70	a	71	a

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

Na Tabela 7 encontram-se destacadas as médias de UR e ITGU, que são consideradas de conforto na primeira semana de vida das aves. Para a UR a faixa ideal deve estar entre 50 e 70% conforme Baião (1995). Em relação ao ITGU, os valores ideais indicativos de conforto para frangos de corte na mesma idade, apresentam-se entre 77 a 82, conforme estudos realizados por Teixeira (1983) e Oliveira (2006).

Na maioria dos horários observados, as melhores condições de umidade relativa do ar foram observadas no aviário provido com ventilação mínima natural (SVMNat), diferindo estatisticamente dos demais tratamentos pelo teste de médias (Tabela 7).

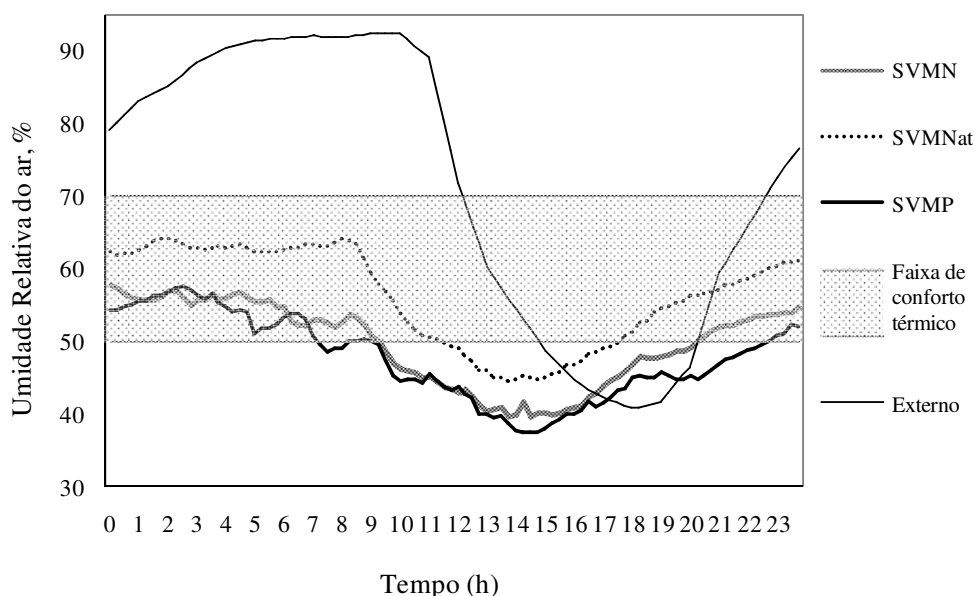


FIGURA 10. Médias das umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMPP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Verifica-se por meio da Figura 10, que as médias de umidade relativa encontram-se dentro da faixa considerada adequada para um bom desenvolvimento das aves, em horários compreendidos no período noturno, entre 23 e 7 h, para os três sistemas de ventilação mínima avaliados.

Entretanto, observa-se que, na maioria das horas do dia, os valores de umidade relativa do ar estiveram abaixo daqueles considerados favoráveis às condições ótimas de pintos de corte na primeira semana de vida. Condição semelhante foi observada por Cordeiro (2007), em pesquisa conduzida em aviários para frangos de corte no sul do Brasil, no qual verificou que no sistema de aquecimento associado (tambor + fornalha) os valores de umidade relativa permaneceram abaixo de 50%, na maioria dos horários, na primeira semana de vida das aves. Valores de umidade relativa do ar menores que 50% podem ser danosos

aos pintos de corte na sua primeira semana de vida, já que podem levar a desidratação dos animais.

Por meio da Figura 10, verifica-se que, comparativamente ao ambiente externo, o ambiente interno manteve os valores de umidade relativa do ar mais homogêneos, sem grandes variações ao longo do dia. Verifica-se que as curvas de umidade relativa observadas são semelhantes para todos os tratamentos, com um atraso da curva de umidade relativa externa em relação as curvas observadas no interior após o período de 12 h, mostrando que a umidade relativa começou a declinar consideravelmente após a temperatura atingir seus níveis mais altos durante o dia, conforme previsto e de acordo com Vigoderis (2006). Entre o período de 15 e 20 h o ar externo se manteve em condições bem próximas ou mais baixas que as encontradas no interior das instalações.

Em função dessas observações pode-se inferir que os sistemas de ventilação mecânica (SVMN e SVMP) apresentaram médias mais baixas de umidade relativa do ar, mantendo o ar mais seco no interior das instalações. Esta ocorrência é justificável devido ao fato de que no SVMN e SVMP, os sistemas de ventilação artificial garantem renovação do ar mais controlada e eficiente em relação ao aviário com ventilação natural.

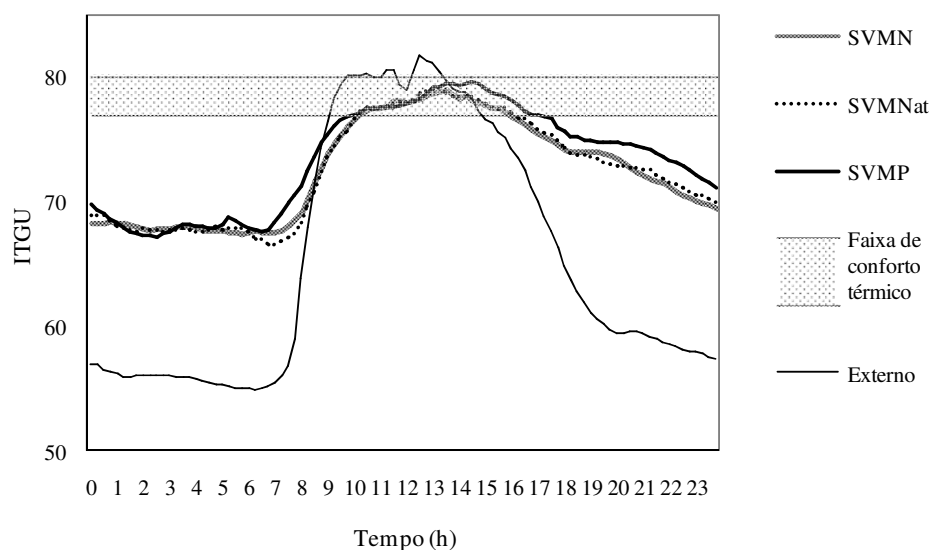


FIGURA 11. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 1 a 7 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Verifica-se, pela Tabela 7 e Figura 11 que, em relação aos três sistemas de ventilação mínima avaliados, as condições de conforto foram alcançadas apenas durante o período do dia compreendido entre 10h15min e 15h30min. Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($P < 0,05$) em relação aos horários observados (Tabela 7). Como os valores de ITGU na maior parte do período estavam abaixo dos valores considerados confortáveis para as aves, as mesmas ficaram expostas às condições de estresse por frio durante a maior parte do ciclo diurno.

As baixas médias do ITGU observados durante o período noturno, com ênfase aos obtidos entre as 0 e 6 h da manhã, podem ter sido originadas principalmente de falhas no abastecimento das campânulas no período de ocorrência das menores temperaturas. Comportamento semelhante foi observado por Cordeiro (2007).

4.1.2 QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA PRIMEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES

As análises de variância para as variáveis de qualidade do ar, amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO) e oxigênio (O₂) ao nível das aves encontram-se apresentadas na Tabela 8, para os quatro horários de avaliação em relação aos valores médios diários verificados na primeira semana de vida das aves, referentes aos tratamentos (SVMN, SVMP E SVMNat).

TABELA 8. Resumo das análises de variância verificadas durante a primeira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O₂), em %

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (PRIMEIRA SEMANA)					
		Nível das aves			Nível do trabalhador		
		NH ₃	CO	O ₂	NH ₃	CO	O ₂
Trat	2	0.043 ^{n.s}	6.35 ^{n.s}	0,005 ^{n.s}	0,10 ^{n.s}	14.44*	0,01 ^{n.s}
Dia	6	0.14*	2.64 ^{n.s}	0.010*	0,30**	2.77 ^{n.s}	0,02**
Trat*Dia	12	0.03 ^{n.s}	1.915 ^{n.s}	0.002 ^{n.s}	0,04 ^{n.s}	2.84 ^{n.s}	0,01 ^{n.s}
Hora	95	0.02 ^{n.s}	17.08 ^{n.s}	0.022**	0,014 ^{n.s}	18.20**	0,02**
Trat*Hora	190	0.01 ^{n.s}	0.65 ^{n.s}	0.003 ^{n.s}	0,05 ^{n.s}	0.83 ^{n.s}	0,01 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

4.1.2.1 CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES

Na Tabela 9 estão representados os valores médios de concentrações de amônia, monóxido de carbono e níveis de oxigênio para a primeira semana de vida

das aves. Tais valores foram obtidos nos horários de 3, 9, 15 e 21 h, para os sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP.

TABELA 9. Concentrações médias semanais de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O_2), observados diariamente na segunda semana de vida das aves e dos trabalhadores em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21 h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP

Períodos (horas)	NH_3 (ppm)			CO (ppm)			O_2 (%)		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0,30 m nível médio da respiração das aves									
03	0,0 a	0,1 a	0,2 a	0,1 a	0,1 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	0,0 a	0,1 a	0,1 a	1,6 a	2,6 a	1,2 a	20,8 a	20,8 a	20,9 a
15	0,1 a	0,1 a	0,2 a	1,4 a	2,5 a	1,3 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
21	0,1 a	0,1 a	0,1 a	0,1 a	1,0 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
1,70 m nível médio da respiração do homem									
03	0,0 a	0,1 a	0,3 a	0,3 a	0,6 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	0,0 a	0,1 a	0,2 a	2,1 a	3,1 a	1,3 a	20,8 a	20,8 a	20,9 a
15	0,0 a	0,1 a	0,2 a	1,4 a	2,7 a	1,0 a	20,8 a	20,9 a	20,9 a
21	0,2 a	0,2 a	0,1 a	0,0 a	1,4 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a

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

Verifica-se que não houve diferença estatística ($P < 0,05$) entre os diferentes sistemas de ventilação mínima na primeira semana de vida das aves para as variáveis NH_3 , CO e O_2 . Considerando-se o nível de concentrações de NH_3 e CO encontrados no ambiente interno, pode-se observar pela Tabela 9 que os níveis foram baixos, não atingindo a faixa considerada perigosa à saúde e bom desenvolvimento das aves.

As concentrações de O_2 no ar ambiente se mantiveram aproximadamente constantes em torno de 20,9%, permanecendo dentro das condições de salubridade. A presença de O_2 em nível adequado pode ser considerado um indicativo de que a ventilação mínima foi correta e indicar menores riscos em relação à presença dos gases asfixiantes nos ambientes internos (NR-15, 1978).

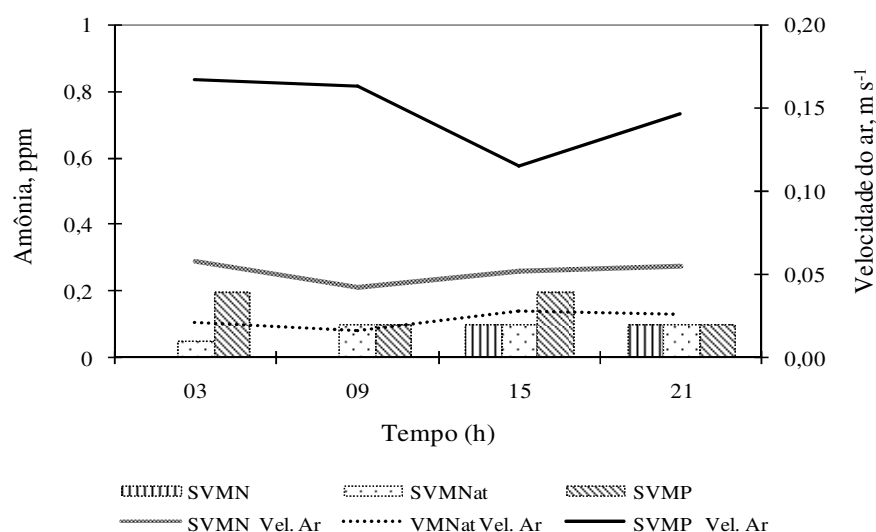


FIGURA 12. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas.

Foram encontradas as melhores condições de bem-estar de frangos de corte, nas condições que associam o ambiente térmico ideal com concentrações de amônia no ambiente abaixo de 5 ppm (Owada et al., 2007). No entanto, segundo esses mesmos autores valores abaixo de 5 ppm nos galpões são raramente encontrados.

Neste caso, conforme a Figura 12, os valores médios de concentrações de NH_3 foram inferiores a 5 ppm em todos os tratamentos. No entanto, foi usada cama nova para a produção das aves de corte, e ainda, os níveis de umidade relativa do ar, na primeira semana estiveram dentro da faixa ideal ou abaixo destas, com valores baixos de UR, os quais, contribuem de maneira positiva evitando-se assim um maior umedecimento da cama, e consequentemente menor produção de gás amônia.

Níveis de concentrações de amônia dentro dos limites entre 10 a 20 ppm, são admissíveis para uma boa produtividade avícola (Wathes et al., 1997).

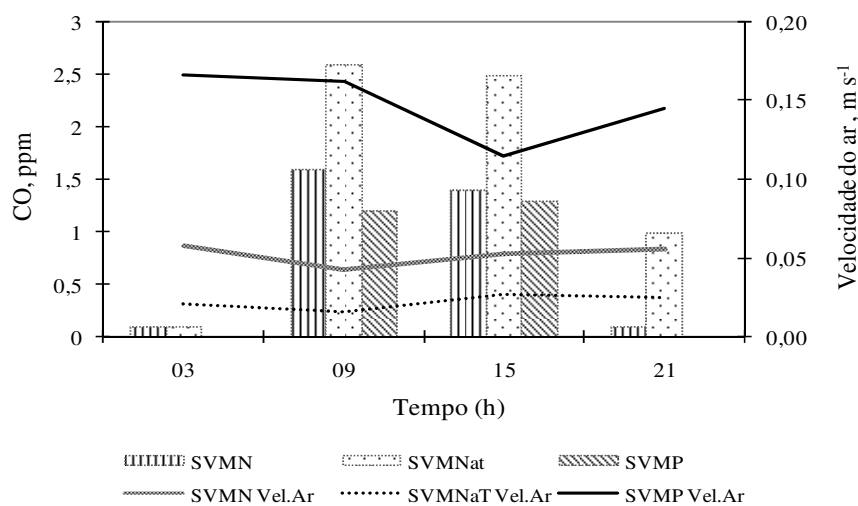


FIGURA 13. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas.

Verifica-se que as maiores concentrações de CO foram encontrados no período de 9 e 15h, para os três sistemas de ventilação mínima. Observa-se ainda que o tratamento SVMNat, foi o que apresentou as maiores médias, mostrando uma pequena diferença em relação aos sistemas com ventilação forçada SVMN e SVMP (Figura 13).

Os valores médios de CO para a semana não representam risco à saúde das aves jovens, pois foram detectados níveis de concentrações inferiores ao limite máximo para exposição contínua dos animais, que é de 10 ppm, conforme Wathes (1999).

O período em que houve maior incidência do gás CO, foi o período diurno, no qual o manejo das campânulas mostrou-se mais freqüente, com alimentação do material combustível (lenha) mais constante. Por meio das médias de temperaturas verificadas durante a primeira semana, pode-se inferir que durante o período noturno

a mesma não foi abastecida satisfatoriamente. Como o gás CO é oriundo da queima incompleta do combustível é cabível os maiores valores terem sido detectados durante o dia, já que a noite pode ter ocorrido menor queima de material.

Em relação aos níveis de concentrações do gás amônia e CO no interior das instalações, observados na altura média da respiração dos trabalhadores, verifica-se que os níveis foram considerados baixos e sem apresentar riscos de afetar a saúde humana para a exposição de até 8 horas diárias de trabalho. A norma NR-15 recomenda que o trabalhador não deva ficar exposto as condições em que os valores de CO estejam acima dos níveis de 39 ppm.

As tarefas realizadas pelo trabalhador durante todo o ciclo do crescimento das aves foram predominantemente manuais, consistindo, em geral, no abastecimento de fornalhas a lenha, de comedouros e limpeza de bebedouros manuais além do revolvimento da cama aviária. Com isso, pode-se observar que na fase de aquecimento o trabalhador passou de 8 h ou mais no interior das instalações. Assim a necessidade de se manter o ambiente em condições adequadas para evitar problemas de saúde ao trabalhador.

4.2 RESULTADOS REFERENTES À SEGUNDA SEMANA DE VIDA DAS AVES

Para a segunda semana, as taxas de ventilação, correspondentes aos sistemas de ventilação mínima positiva e negativa, foram controladas por um temporizador, com o período de 1 minuto ligado e 8 minutos desligados durante toda a semana de criação das aves.

4.2.1 AMBIENTE TÉRMICO

As análises de variâncias, referentes aos efeitos dos tratamentos para a segunda semana, sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e ventilação por via natural (SVMNat), e das horas (h) com relação à média horária no interior das instalações para a variável ambiental temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e da velocidade do ar encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10. Resumo das análises de variância verificadas durante a segunda semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a temperatura do ar (°C), velocidade do ar (m s^{-1}), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (SEGUNDA SEMANA)			
		Temperatura do ar (°C)	Velocidade do ar (m s^{-1})	Umidade Relativa (%)	ITGU
Trat	2	741.00*	2.763*	8992.76*	228,44 ^{n.s}
Dia	6	138.28*	0.046 ^{n.s}	1512.28*	307,43**
Trat*Dia	12	10.83*	0.033*	46.33*	18,08**
Hora	95	325.48*	0.0017*	1329.09*	416,83**
Trat*Hora	190	2.14*	0.0020*	30.63*	1,93 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

A interação tratamento x hora na segunda semana de confinamento das aves foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$) para as variáveis ambientais temperatura, velocidade e umidade relativa do ar. A interação do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) não apresentaram significância estatística pelo teste F.

4.2.1.1 TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR

Os valores médios observados da temperatura do ar (T), em °C, e para velocidade do ar, em m s^{-1} , em função dos horários de observações na segunda semana de vida das aves, no interior das instalações experimentais estão apresentados na Tabela 11.

TABELA 11. Médias de temperatura do ar (T), em °C, e velocidade do ar, em m s^{-1} , obtidos durante a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	TEMPERATURA DO AR (°C)						VELOCIDADE DO AR (m s^{-1})					
	SVMN		SVMNat		SVMP		SVMN		SVMNat		SVMP	
0:00	20,6	b	21,0	b	23,2	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a
0:15	20,4	b	20,8	b	23,1	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a
0:30	20,3	b	20,6	b	22,9	a	0,04	b	0,01	b	0,14	a
0:45	20,2	b	20,5	b	22,8	a	0,04	b	0,01	b	0,14	a
1:00	20,0	b	20,4	b	22,6	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a
1:15	20,1	b	20,4	b	22,5	a	0,05	b	0,01	c	0,14	a
1:30	19,9	b	20,3	b	22,4	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
1:45	19,8	b	19,9	b	22,2	a	0,06	b	0,02	b	0,15	a
2:00	19,7	b	19,7	b	21,9	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
2:15	19,5	b	19,6	ab	21,6	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
2:30	19,4	a	19,5	a	21,5	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
2:45	19,3	b	19,4	b	21,6	a	0,06	b	0,02	b	0,14	a
3:00	19,0	b	19,3	b	21,5	a	0,05	b	0,03	b	0,14	a
3:15	18,9	b	19,2	b	21,6	a	0,05	b	0,02	b	0,15	a
3:30	18,9	b	19,1	b	21,6	a	0,05	b	0,02	b	0,15	a
3:45	18,7	b	19,0	b	21,5	a	0,05	b	0,01	b	0,14	a
4:00	18,6	b	18,9	b	21,4	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
4:15	18,5	b	18,8	b	21,4	a	0,06	b	0,02	b	0,14	a
4:30	18,5	b	19,0	ab	21,4	a	0,05	b	0,01	b	0,13	a
4:45	18,6	b	18,8	ab	21,3	a	0,06	b	0,02	b	0,13	a
5:00	18,4	b	18,8	ab	21,2	a	0,06	b	0,02	b	0,14	a
5:15	18,4	b	18,8	ab	21,1	a	0,05	b	0,01	b	0,13	a
5:30	18,3	b	18,9	ab	21,1	a	0,06	b	0,01	b	0,13	a
5:45	18,4	b	19,1	ab	21,2	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
6:00	18,5	b	19,4	ab	21,8	a	0,05	b	0,02	b	0,14	a
6:15	18,7	b	19,5	ab	22,1	a	0,06	b	0,01	c	0,14	a
6:30	18,7	b	19,4	ab	22,0	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
6:45	18,8	b	19,3	ab	21,7	a	0,06	b	0,01	c	0,12	a
7:00	18,8	b	19,4	ab	21,9	a	0,06	b	0,01	c	0,14	a

7:15	19,0	b	19,6	b	22,6	a	0,07	b	0,01	c	0,15	a
7:30	19,3	b	19,9	b	23,2	a	0,07	b	0,01	c	0,14	a
7:45	19,9	b	20,5	b	23,9	a	0,08	b	0,00	c	0,14	a
8:00	21,3	b	21,7	b	24,7	a	0,08	b	0,00	c	0,15	a
8:15	22,4	b	23,0	b	25,5	a	0,07	b	0,01	c	0,13	a
8:30	23,5	b	24,1	b	26,3	a	0,07	b	0,00	c	0,12	a
8:45	24,4	b	24,9	b	26,9	a	0,06	b	0,00	c	0,12	a
9:00	25,1	b	25,8	b	27,4	a	0,06	b	0,01	c	0,12	a
9:15	25,7	b	26,3	b	27,6	a	0,06	b	0,01	c	0,14	a
9:30	26,1	b	26,6	b	27,8	a	0,08	b	0,01	c	0,12	a
9:45	26,4	b	27,0	ab	28,0	a	0,09	b	0,01	c	0,14	a
10:00	26,9	a	27,5	a	28,2	a	0,10	a	0,00	b	0,13	a
10:15	27,3	a	28,0	a	28,5	a	0,10	a	0,01	b	0,13	a
10:30	27,9	a	28,4	a	28,7	a	0,11	a	0,01	b	0,11	a
10:45	28,4	a	28,8	a	29,3	a	0,09	a	0,00	b	0,12	a
11:00	28,7	a	29,3	ab	29,8	a	0,11	a	0,01	b	0,11	a
11:15	28,8	b	29,4	ab	30,2	a	0,09	a	0,01	b	0,13	a
11:30	28,7	b	29,2	b	30,3	a	0,13	a	0,02	b	0,14	a
11:45	29,1	b	29,4	b	30,5	a	0,11	a	0,01	b	0,12	a
12:00	29,4	b	29,4	b	30,6	a	0,11	a	0,01	b	0,14	a
12:15	29,6	b	29,4	b	30,5	a	0,10	b	0,02	c	0,16	a
12:30	29,7	a	29,2	a	30,2	a	0,11	a	0,02	b	0,14	a
12:45	29,7	a	29,4	a	30,2	a	0,12	a	0,02	b	0,12	a
13:00	29,8	a	29,5	a	30,4	a	0,09	b	0,01	c	0,13	a
13:15	30,0	a	29,6	a	30,7	a	0,10	b	0,01	c	0,15	a
13:30	30,3	a	29,8	a	30,8	a	0,11	a	0,01	b	0,14	a
13:45	30,7	a	30,0	a	31,1	a	0,12	a	0,01	b	0,14	a
14:00	30,7	a	30,0	a	31,0	a	0,09	b	0,01	c	0,14	a
14:15	30,6	a	30,0	a	31,1	a	0,09	b	0,01	c	0,14	a
14:30	30,6	a	29,8	a	30,8	a	0,12	a	0,01	b	0,15	a
14:45	30,5	a	29,5	a	30,7	a	0,11	a	0,01	b	0,14	a
15:00	30,2	a	29,3	a	30,7	a	0,11	a	0,01	b	0,15	a
15:15	30,0	a	29,2	a	30,5	a	0,12	a	0,02	b	0,14	a
15:30	30,0	a	29,1	a	30,3	a	0,12	a	0,01	b	0,15	a
15:45	29,9	b	29,0	ab	30,2	a	0,09	b	0,01	c	0,14	a
16:00	29,6	b	28,8	ab	30,0	a	0,09	b	0,01	c	0,14	a
16:15	29,2	a	28,7	a	29,8	a	0,12	a	0,01	b	0,13	a
16:30	28,9	a	28,4	a	29,4	a	0,10	a	0,01	b	0,13	a
16:45	28,4	a	28,2	a	29,1	a	0,08	b	0,01	c	0,14	a
17:00	28,0	a	27,9	a	28,8	a	0,08	a	0,01	b	0,13	a
17:15	27,8	a	27,9	a	28,6	a	0,07	b	0,01	c	0,15	a
17:30	27,6	a	27,8	a	28,4	a	0,08	b	0,01	c	0,14	a
17:45	27,3	a	27,6	a	28,1	a	0,07	b	0,01	c	0,13	a
18:00	26,6	a	27,0	a	27,7	a	0,08	b	0,01	c	0,15	a
18:15	25,9	a	26,3	a	26,9	a	0,10	b	0,01	c	0,16	a
18:30	25,4	a	25,8	a	26,5	a	0,10	b	0,01	c	0,17	a
18:45	25,2	a	25,4	a	26,2	a	0,12	a	0,01	b	0,16	a
19:00	25,0	a	25,2	a	26,0	a	0,09	a	0,00	b	0,13	a
19:15	24,8	a	24,9	a	26,0	a	0,07	a	0,00	b	0,12	a
19:30	24,6	a	24,5	a	26,0	a	0,08	a	0,00	b	0,12	a
19:45	24,4	a	24,2	a	26,0	a	0,07	b	0,00	c	0,13	a
20:00	24,1	a	23,9	a	25,8	a	0,08	b	0,00	c	0,14	a
20:15	24,0	a	23,8	a	25,8	a	0,06	b	0,00	c	0,14	a
20:30	23,8	a	23,6	a	25,8	a	0,08	b	0,00	c	0,13	a
20:45	23,5	a	23,4	a	25,8	a	0,07	b	0,00	c	0,15	a

21:00	22,9	b	23,0	b	25,4	a	0,07	b	0,00	c	0,16	a
21:15	22,6	b	22,5	b	24,9	a	0,05	b	0,00	c	0,14	a
21:30	22,2	b	22,3	b	24,7	a	0,04	b	0,01	b	0,14	a
21:45	21,9	b	22,0	b	24,5	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a
22:00	21,7	b	21,9	b	24,4	a	0,05	b	0,01	b	0,15	a
22:15	21,5	b	21,7	ab	24,1	a	0,03	b	0,01	b	0,15	a
22:30	21,2	b	21,5	b	24,0	a	0,03	b	0,01	b	0,14	a
22:45	21,0	b	21,3	b	23,8	a	0,03	b	0,01	b	0,15	a
23:00	20,8	b	21,1	ab	23,5	a	0,03	b	0,01	b	0,14	a
23:15	20,7	b	20,9	b	23,4	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a
23:30	20,4	b	20,8	ab	23,1	a	0,03	b	0,01	b	0,16	a
23:45	20,2	b	20,6	ab	22,7	a	0,04	b	0,01	b	0,15	a

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

Apresentam-se em destaque na Tabela 11, as faixas de temperatura de que são consideradas de conforto térmico para a segunda semana de vida das aves, compreendidos entre 30 e 32 °C conforme Cony e Zoche (2004), Macari et al. (2002), Ávila (2004) e as velocidades do ar entre 0,15 e 0,3 m s⁻¹.

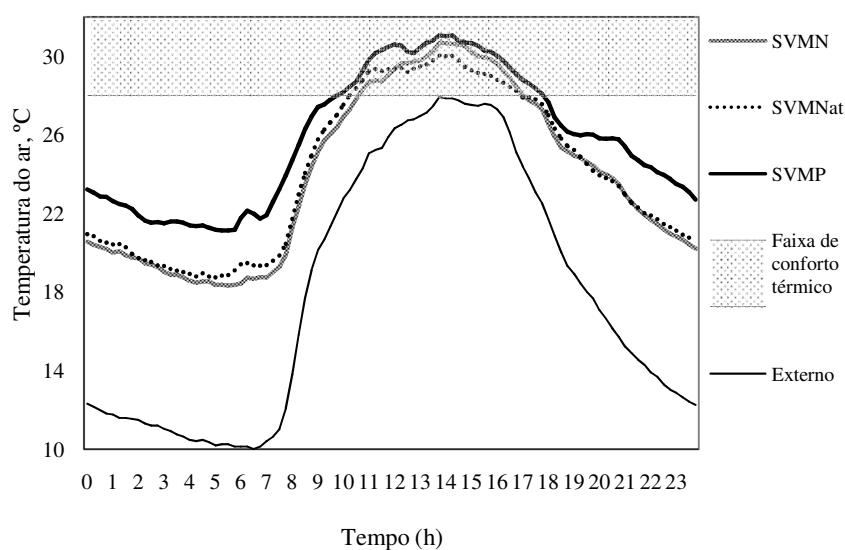


FIGURA 14. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Conforme dados apresentados pela Tabela 11 e Figura 14, que as médias de temperatura, sob as quais as aves ficaram expostas durante a segunda semana de vida, estiveram bem abaixo do nível de conforto considerado. Por meio da Tabela 11, verifica-se que os níveis satisfatórios foram observados entre período de tempo de 10h45min e 16h45min para os três sistemas SVMN, SVMNat e SVMP. Vigoderis (2006) também observou comportamento semelhante em condições de inverno no sul do Brasil. E entre o período de 12h30min e 20h45min, não se obteve diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$).

Apesar de não ter apresentado níveis satisfatórios durante todo o período observado em relação aos horários, o sistema SVMP em sua maioria obteve diferença estatística em relação aos demais, principalmente no período noturno em poucas horas da manhã entre 21 h e 9h45min, com níveis mais altos de temperatura que os demais.

Verificando as amplitudes na curva de temperatura do ar, observa-se que são amplitudes térmicas amplas, e o sistema SVMNat apresentou máxima de 30,0 °C (13h45min) e mínima 18,8 °C (5 h), e no SVMN a máxima foi de 30,7 °C (13h45min) e mínima de 18,3 °C (05h30min), proporcionando amplitudes de 11,3 e 12,4 °C respectivamente no interior das instalações.

Furlan (2006) diz que na fase inicial, estudos mostraram que flutuações de temperatura ambiente acima de 10 °C podem interferir no desempenho das aves, além de estar relacionadas ao aparecimento de doenças metabólicas, como ascite e síndrome de morte súbita. Conforme o referido autor, o controle ambiental no interior dos aviários se torna imprescindível e de extrema importância, a fim de se evitar estresse ocasionado por meio dessas oscilações.

Na Figura 15, encontram-se relacionados os resultados dos valores médios de velocidade do ar observados no interior das instalações referentes à segunda semana, correspondendo aos tratamentos (SVMN, SVMNat e SVMP).

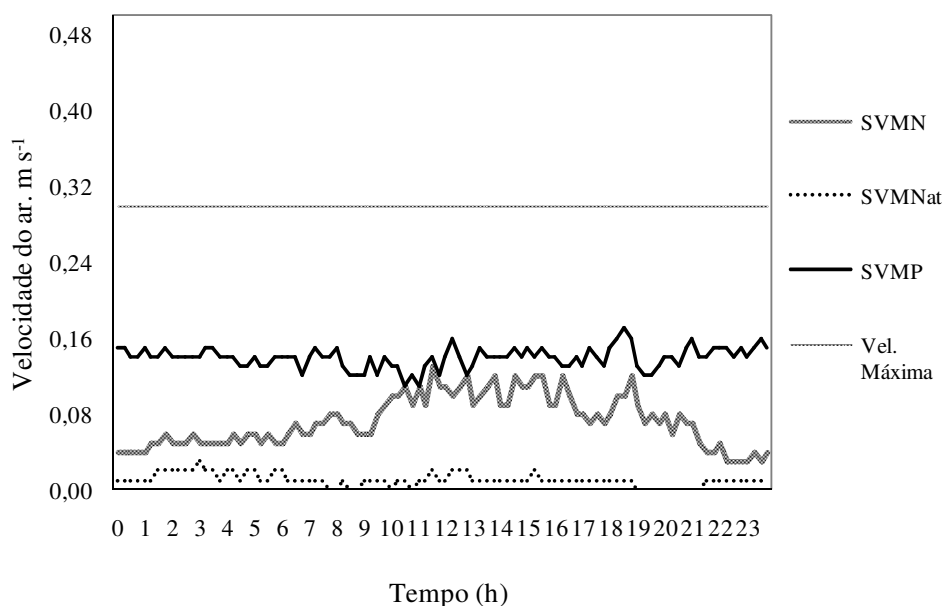


FIGURA 15. Médias das velocidades do ar no ambiente interno, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Conforme Figura 15, observa-se que o sistema mais eficiente de ventilação para a segunda semana de vida das aves, novamente como ocorrido também na primeira semana foi o SVMP, e a taxa de velocidade do ar incidida para os sistemas de SVMP e SVMN apresentaram seus valores muito próximos entre os horários de 10 e 12h, com uma maior amplitude entre os sistemas verificados no período entre 20 e 9h.

Bakker (2005) considera para a segunda semana velocidades máximas para a realização da ventilação mínima de $0,15 \text{ m s}^{-1}$, assim, observa-se que as melhores

velocidades do ar foram verificadas no sistema SVMP que estiveram muito próximas das ideais.

Verifica-se também que as velocidades máximas incididas nos sistemas de ventilação mecânica (SVMN e SVMP) não comprometeram a temperatura do ar, sendo que as mesmas foram próximas às verificadas à instalação com ventilação natural. Assim, pode ter ocorrido falha provavelmente no sistema de aquecimento, principalmente durante o período noturno.

4.2.1.2 UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

Os valores médios observados da UR, em %, e para o ITGU, em função dos horários de observações na primeira semana de vida das aves, no interior das instalações experimentais, estão apresentados na Tabela 12, com representação gráfica dos dados nas Figuras 16 e 17 respectivamente.

TABELA 12. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)			ITGU		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0:00	62 b	66 a	55 c	68 a	68 a	70 a
0:15	62 b	66 a	56 c	68 a	68 a	69 a
0:30	62 b	67 a	56 c	68 a	68 a	69 a
0:45	63 b	67 a	56 c	67 a	68 a	69 a
1:00	63 b	67 a	57 c	67 a	67 a	69 a
1:15	64 b	68 a	57 c	67 a	68 a	69 a
1:30	63 b	69 a	58 c	67 a	67 a	69 a
1:45	63 b	69 a	59 c	67 a	67 a	68 a
2:00	64 b	69 a	59 c	67 a	67 a	68 a

2:15	64	b	70	a	59	c	67	a	67	a	68	a
2:30	64	b	70	a	59	c	67	a	67	a	68	a
2:45	64	b	70	a	59	c	66	a	66	a	67	a
3:00	64	b	70	a	59	c	66	a	66	a	67	a
3:15	64	b	70	a	59	c	66	a	66	a	67	a
3:30	64	b	70	a	59	c	66	a	66	a	67	a
3:45	65	b	70	a	59	c	66	a	66	a	67	a
4:00	64	b	70	a	58	c	66	a	66	a	67	a
4:15	65	b	71	a	58	c	66	a	65	a	67	a
4:30	65	b	71	a	59	c	66	a	66	a	67	a
4:45	65	b	70	a	59	c	65	a	65	a	67	a
5:00	64	b	70	a	61	b	65	a	65	a	67	a
5:15	65	b	70	a	61	b	65	a	65	a	67	a
5:30	65	ab	70	a	61	b	65	a	65	a	67	a
5:45	66	ab	70	a	61	b	65	a	66	a	67	a
6:00	66	ab	69	a	61	b	65	a	66	a	68	a
6:15	65	b	69	a	60	c	66	a	66	a	68	a
6:30	65	b	69	a	60	c	66	a	66	a	68	a
6:45	65	b	69	a	61	c	65	a	66	a	68	a
7:00	65	b	70	a	61	c	66	a	66	a	68	a
7:15	65	b	69	a	59	c	66	a	66	a	69	a
7:30	65	a	69	a	58	b	66	a	67	a	69	a
7:45	65	b	70	a	57	c	67	a	67	a	70	a
8:00	64	b	69	a	56	c	68	a	69	a	71	a
8:15	64	b	69	a	56	c	70	a	70	a	72	a
8:30	62	b	68	a	55	c	71	a	72	a	73	a
8:45	61	a	66	a	55	b	72	a	73	a	74	a
9:00	60	a	65	a	55	b	73	a	74	a	74	a
9:15	58	ab	63	a	53	b	74	a	74	a	75	a
9:30	57	ab	62	a	53	b	74	a	75	a	75	a
9:45	56	ab	61	a	52	b	74	a	75	a	75	a
10:00	55	ab	61	a	53	b	75	a	76	a	76	a
10:15	54	ab	59	a	52	b	75	a	77	a	76	a
10:30	53	a	57	a	51	a	76	a	77	a	76	a
10:45	52	a	55	a	51	a	77	a	77	a	77	a
11:00	50	a	53	a	49	a	77	a	78	a	78	a
11:15	48	a	50	a	47	a	77	a	78	a	78	a
11:30	48	a	49	a	46	a	77	a	77	a	78	a
11:45	47	a	49	a	46	a	77	a	77	a	78	a
12:00	45	a	47	a	45	a	78	a	77	a	78	a
12:15	45	a	47	a	44	a	78	a	77	a	78	a
12:30	45	a	46	a	44	a	78	a	77	a	78	a
12:45	44	a	45	a	44	a	78	a	77	a	78	a
13:00	44	a	46	a	44	a	78	a	78	a	78	a
13:15	43	a	44	a	43	a	78	a	77	a	78	a
13:30	42	a	44	a	42	a	78	a	78	a	78	a
13:45	41	a	43	a	42	a	79	a	78	a	79	a
14:00	41	a	44	a	42	a	79	a	78	a	79	a
14:15	41	a	43	a	42	a	79	a	78	a	79	a
14:30	42	a	43	a	43	a	79	a	77	a	78	a
14:45	42	a	43	a	43	a	79	a	77	a	78	a
15:00	43	a	44	a	43	a	78	a	77	a	78	a
15:15	42	a	44	a	43	a	78	a	77	a	78	a
15:30	42	a	44	a	43	a	78	a	77	a	78	a
15:45	42	a	44	a	43	a	78	a	77	a	78	a

16:00	43	a	45	a	44	a	78	a	77	a	78	a
16:15	44	a	46	a	45	a	77	a	76	a	77	a
16:30	45	a	47	a	46	a	77	a	76	a	77	a
16:45	46	a	49	a	46	a	77	a	76	a	77	a
17:00	48	a	50	a	47	a	76	a	76	a	76	a
17:15	48	b	52	a	47	b	76	a	76	a	76	a
17:30	49	a	53	a	49	a	76	a	76	a	76	a
17:45	49	b	54	a	49	b	75	a	76	a	75	a
18:00	50	a	55	a	51	a	75	a	75	a	75	a
18:15	52	a	56	a	52	a	74	a	74	a	74	a
18:30	53	a	57	a	53	a	73	a	74	a	74	a
18:45	54	a	58	a	54	a	73	a	73	a	73	a
19:00	55	a	60	a	55	a	73	a	73	a	73	a
19:15	55	a	61	a	55	a	73	a	73	a	73	a
19:30	55	b	61	a	54	b	73	a	73	a	73	a
19:45	56	b	62	a	55	b	73	a	72	a	73	a
20:00	56	b	63	a	54	b	72	a	72	a	73	a
20:15	57	b	64	a	54	b	72	a	72	a	73	a
20:30	57	b	64	a	54	b	72	a	72	a	73	a
20:45	58	b	64	a	54	b	72	a	71	a	73	a
21:00	59	b	64	a	54	c	71	a	71	a	73	a
21:15	60	b	65	a	55	c	71	a	71	a	72	a
21:30	60	b	65	a	55	c	70	a	70	a	72	a
21:45	61	b	65	a	55	c	70	a	70	a	72	a
22:00	61	b	65	a	55	c	70	a	70	a	71	a
22:15	61	a	65	a	56	b	70	a	70	a	71	a
22:30	62	a	66	a	56	b	69	a	69	a	71	a
22:45	62	a	66	a	56	b	69	a	69	a	71	a
23:00	62	a	66	a	56	b	69	a	69	a	70	a
23:15	62	a	66	a	56	b	69	a	69	a	70	a
23:30	63	a	66	a	57	b	68	a	68	a	70	a
23:45	63	a	66	a	58	b	68	a	68	a	70	a

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

As faixas que se apresentam em destaque na Tabela 12, para as variáveis umidade relativa e ITGU, são consideradas de conforto térmico para a segunda semana de vida das aves.

Para a umidade relativa, níveis adequados de produção apresentam-se na faixa entre 50 e 70%. Em todo o período compreendido entre 18h às 10h45min, as condições internas de umidade relativa encontraram-se dentro da faixa de conforto para os três tratamentos de ventilação SVMN, SVMP e SVMNat. No entanto, com os melhores índices verificados no sistema natural (SVMNat) com diferença estatística

pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) na maioria dos horários em relação aos demais sistemas observados.

Para o ITGU, índices que indicam condições de conforto térmico para a segunda semana de vida das aves, segundo Oliveira (2006) estão entre os níveis de 77,10 e 81,3. Os valores médios de ITGU não apresentaram diferença estatística ($P < 0,05$) entre os tratamentos em nenhum dos horários observados, e estiveram dentro da faixa de conforto em poucas horas do dia, deixando as aves na maioria do tempo expostas à condições de estresse por frio.

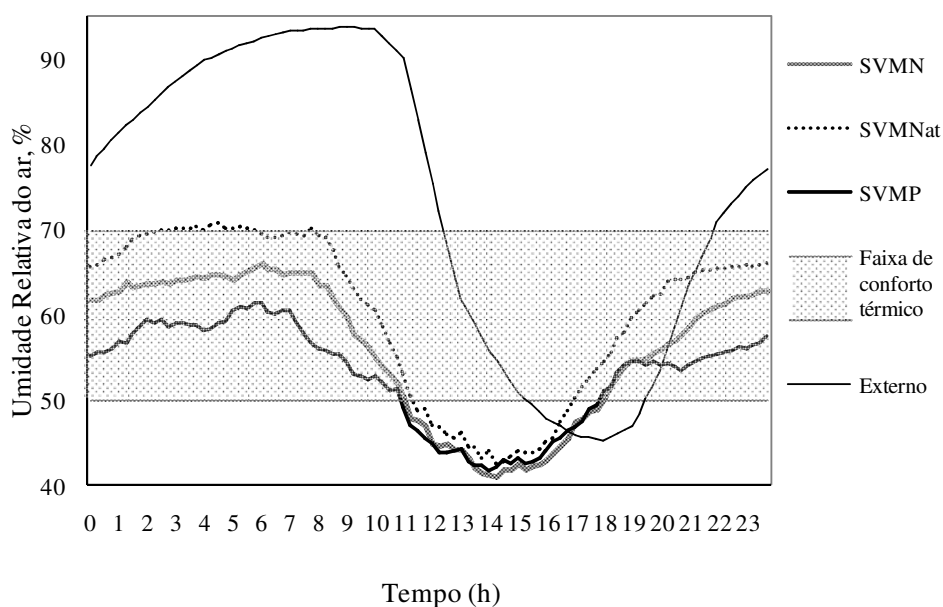


FIGURA 16. Médias da umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Observa-se pela Figura 16 que os três sistemas apresentaram comportamentos semelhantes em relação ao tempo, com uma pequena discrepância dos sistemas em relação à externa.

As médias mínimas de UR interna foram verificadas em torno de 14h, para os três tratamentos, como se é esperado, pois são inversamente proporcionais as médias de temperatura, a qual atinge seus valores máximos neste mesmo período de tempo. Neste caso, a curva de tendência da UR externa atinge seus valores mínimos em torno 18 h o que não é comum de se encontrar, identificando um atraso em relação às encontradas no interior das instalações.

Apesar das adversidades climáticas externas com noites muito frias e o dia mais ameno, houve uma estabilidade da variável UR interna, em relação aos sistemas avaliados, apresentando por um amplo período de tempo médias dentro da faixa ideal de conforto. Deixando o ambiente com ar mais seco no período entre 11 e 17 h, com valores mais baixos do que os desejados para esta semana de vida das aves.

Na Figura 17 encontram-se ilustrados os resultados dos valores médios de ITGU observados no interior e externa as instalações referentes à segunda semana de vida das aves, correspondendo aos três tratamentos (SVMN, SVMNat e SVMP).

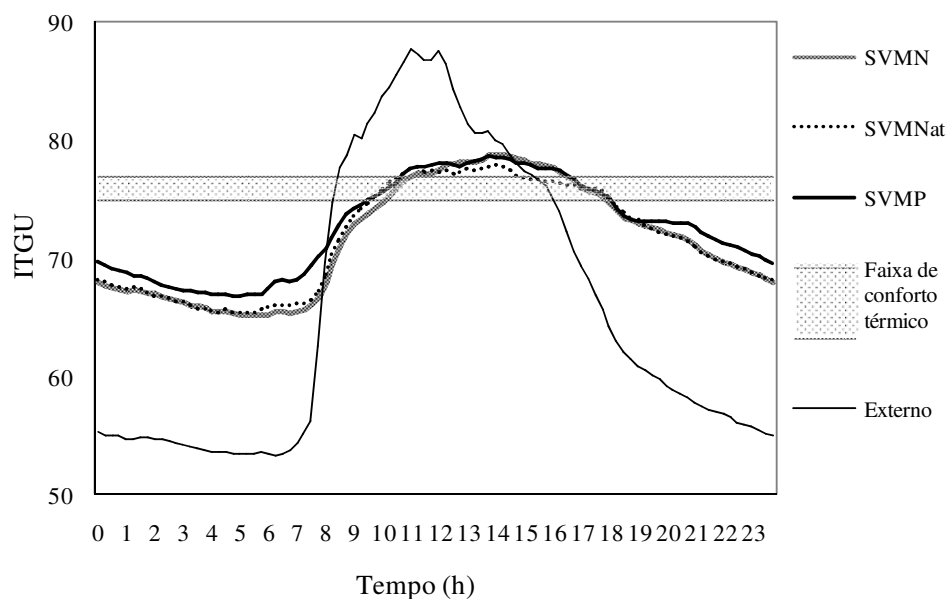


FIGURA 17. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 8 a 14 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Verifica-se na segunda semana de vida das aves que os resultados de ITGU (Figura 17) que as curvas apresentaram comportamento semelhante em relação aos valores internos as instalações e também em relação aos valores verificados no exterior das mesmas.

Vigoderis (2006) e Cordeiro (2007) também encontraram condições semelhantes de baixos índices de ITGU em pesquisas realizadas em épocas frias, e concluíram que tais fatos foram decorrentes principalmente da baixa eficiência dos sistemas de aquecimento, oriundas principalmente de sistemas que não foram dimensionados e manejados corretamente.

4.2.2 QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA SEGUNDA SEMANA DE VIDA DAS AVES

As análises de variância dos valores médios de concentrações de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O_2) para a segunda semana de vida das aves, referentes aos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP, se encontram na Tabela 13.

TABELA 13. Resumo das análises de variância verificadas durante a segunda semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH_3), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O_2), em %

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (SEGUNDA SEMANA)					
		Nível das aves			Nível do trabalhador		
		NH_3	CO	O_2	NH_3	CO	O_2
Trat	2	7,71*	42.66**	0,0004 ^{n.s}	7,81*	26,94*	0,002 ^{n.s}
Dia	6	6,47**	12.98*	0,01*	9,67**	11,45 ^{n.s}	0,02*
Trat*Dia	12	0,65*	4.25 ^{n.s}	0,001 ^{n.s}	1,22**	5,17*	0,01 ^{n.s}
Hora	95	0,27 ^{n.s}	10.26*	0,01 ^{n.s}	0,32 ^{n.s}	14,48**	0,03**
Trat*Hora	190	0,64 ^{n.s}	3.21 ^{n.s}	0,01 ^{n.s}	1,88**	1,15 ^{n.s}	0,004 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

4.2.2.1 CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E DE OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES

Na Tabela 14 estão representados os valores médios de concentrações de amônia, monóxido de carbono e níveis de oxigênio para a segunda semana de vida

das aves, nos horários de 3, 9, 15 e 21 h, para os sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP.

TABELA 14. Concentrações médias de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O₂), observados diariamente na segunda semana, ao nível médio de respiração das aves e dos trabalhadores, em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP

Período (Horas)	NH ₃ (ppm)			CO (ppm)			O ₂ (%)		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0,30 m (nível médio da respiração das aves)									
03	1,2 a	1,0 a	1,00 a	0,1 a	0,7 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	1,4 a	1,6 a	0,6 a	1,2 a	3,8 a	0,4 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
15	2,0 a	1,2 a	0,7 a	1,3 a	2,9 a	0,8 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
21	1,5 a	1,1 a	0,8 a	0,1 b	3,0 b	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
1,70 m (nível médio da respiração do homem)									
03	1,4 a	1,3 a	1,2 a	0,0 a	0,3 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	1,7 a	2,0 a	0,7 a	1,0 a	3,7 a	0,6 a	20,8 a	20,9 a	20,8 a
15	2,8 a	1,3 ab	0,6 b	1,0 a	3,0 a	1,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
21	1,8 a	1,4 a	1,0 a	0,0 a	1,6 a	0,0 a	20,8 a	20,8 a	20,8 a

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

Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) para a segunda semana de vida das aves para as variáveis O₂, para as médias verificadas ao nível das aves e do trabalhador. No entanto, para as concentrações de amônia houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) entre os tratamentos SVMN e SVMNat em relação ao SVMP, às 15 h no nível do trabalhador, e para as concentrações de CO houve diferença estatística às 21 h ao nível das aves, com as melhores condições no SVMP.

Considerando-se o nível de concentrações de NH₃ e CO encontrados no ambiente interno, pode-se observar pela Tabela 14, que os níveis foram baixos, não

atingindo a faixa máxima de exposição, garantindo a saúde e um bom desenvolvimento das aves.

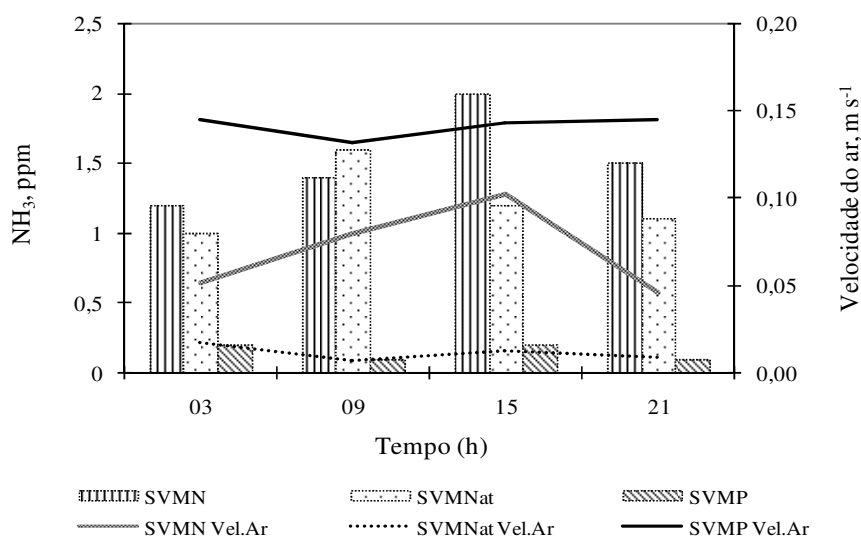


FIGURA 18. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos respectivos horários de observação das concentrações gasosas.

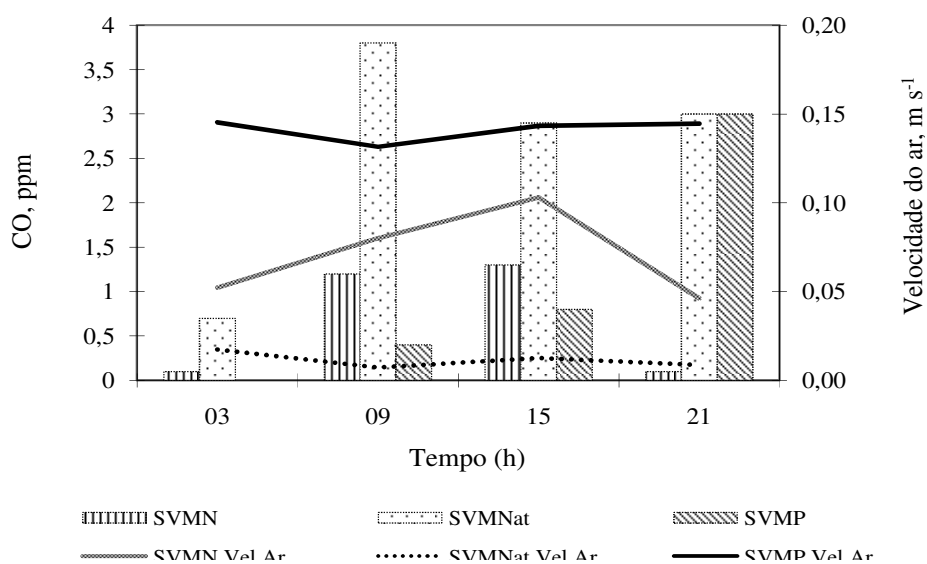


FIGURA 19. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas.

Em relação às médias semanais de concentração do gás amônia e CO, em nenhum dos horários observados os níveis apresentaram perigo de exposição para saúde das aves (Figuras 18 e 19) bem como a do trabalhador nas granjas (Tabela 14).

Encontra-se na Tabela 15, as concentrações máximas de amônia e CO para os três sistemas observados durante a segunda semana.

TABELA 15. Concentrações máximas verificadas na segunda semana de vida das aves para CO e NH₃ em ppm

	Monóxido de carbono (ppm)		
	Idade (dias)	Aves	Homem
SVMN	12	3,0	3,0
SVMNat	8	10,3	9,0
SVMP	9	1,3	2,0
	Amônia (ppm)		
	Idade (dias)	Aves	Homem
SVMN	14	3,2	3,6
SVMNat	14	3,9	5,0
SVMP	12	0,9	1,2

Ao se considerar os valores isolados sem o cálculo das médias de concentrações, pode-se observar que o sistema de SVMNat apresentou valores de CO que ultrapassam os níveis aceitáveis de 10 ppm (Wathes, 1999), sendo que para as concentrações de amônia também os maiores níveis foram verificados no sistema de SVMNat, no entanto, com valores abaixo dos níveis prejudiciais. Assim, é possível observar as melhores condições no ambiente interno, visando a diminuição de gases poluentes, justificando-se a ventilação higiênica e mostrando uma eficiência mais acentuada no SVMP.

4.3 RESULTADOS REFERENTES À TERCEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES

Na terceira semana as taxas de ventilação aplicadas para os sistemas de ventilação mínima positiva e negativa foram controladas por um temporizador, que permaneceu acionado durante 1 minuto e desligado por 7 minutos durante o período considerado.

4.3.1 *AMBIENTE TÉRMICO*

As análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos para a terceira semana, sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e ventilação por via natural (SVMNat), e das horas (h) com relação à média horária no interior das instalações para a variável ambiental temperatura do ar (T), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e da velocidade do ar encontram-se na Tabela 16.

TABELA 16. Resumo das análises de variância verificadas durante a terceira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para a temperatura do ar (°C), velocidade do ar (m s^{-1}), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (TERCEIRA SEMANA)			
		Temperatura do ar (°C)	Velocidade do ar (m s^{-1})	Umidade Relativa (%)	ITGU
Trat	2	454.15*	3.070*	4675.89*	244,57**
Dia	6	338.10*	0.053*	1005.12*	548,14**
Trat*Dia	12	17.37	0.017*	42.41*	22,84**
Hora	95	508.00*	0.0030*	2991.45*	648,30**
Trat*Hora	190	1.04 ^{n.s}	0.0022*	15.23 ^{n.s}	1,31 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

A interação tratamento x hora na terceira semana de confinamento das aves foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$) para as variáveis ambientais temperatura, velocidade e umidade relativa do ar. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) não foi significativo pelo teste F.

4.3.1.1 TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR

Os dados médios diários de temperatura e velocidade do ar, obtidos durante a terceira semana de vida das aves, para os três tratamentos experimentais, das 00h às 23h45min, com intervalos de 15 minutos se encontram na Tabela 17. As representações gráficas encontram-se nas Figuras 20 e 21.

TABELA 17. Médias de temperatura do ar (T), em °C, e velocidade do ar, em m s⁻¹, obtidos durante a terceira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	TEMPERATURA DO AR (°C)						VELOCIDADE DO AR (m.s ⁻¹)					
	SVMN		SVMNat		SVMP		SVMN		SVMNat		SVMP	
0:00	18,8	b	19,0	ab	20,8	a	0,10	b	0,01	c	0,16	a
0:15	18,7	b	18,7	b	20,7	a	0,07	b	0,02	c	0,16	a
0:30	18,6	ab	18,6	b	20,4	a	0,07	b	0,02	b	0,17	a
0:45	18,5	b	18,3	b	20,3	a	0,08	b	0,01	c	0,16	a
1:00	18,3	a	18,3	a	20,1	a	0,07	b	0,02	b	0,15	a
1:15	18,2	a	18,1	a	19,9	a	0,07	b	0,01	b	0,16	a
1:30	17,9	a	18,0	a	19,7	a	0,07	b	0,01	c	0,16	a
1:45	17,8	a	17,8	a	19,6	a	0,08	b	0,02	b	0,16	a
2:00	17,7	a	17,6	a	19,4	a	0,08	b	0,02	c	0,16	a
2:15	17,6	a	17,5	a	19,4	a	0,08	b	0,02	b	0,15	a
2:30	17,5	a	17,3	a	19,1	a	0,08	b	0,02	c	0,17	a
2:45	17,4	a	17,3	a	18,9	a	0,08	b	0,01	c	0,15	a
3:00	17,3	a	17,3	a	19,0	a	0,09	b	0,01	c	0,16	a
3:15	17,2	a	17,3	a	18,9	a	0,10	a	0,01	b	0,15	a
3:30	17,1	a	17,2	a	18,8	a	0,11	a	0,01	b	0,16	a
3:45	17,1	a	17,2	a	18,8	a	0,09	b	0,01	c	0,16	a
4:00	17,2	a	17,3	a	18,8	a	0,09	a	0,01	b	0,14	a
4:15	17,2	a	17,2	a	18,9	a	0,12	a	0,02	b	0,16	a
4:30	17,3	a	17,5	a	18,9	a	0,10	b	0,01	c	0,15	a
4:45	17,5	a	17,4	a	18,6	a	0,12	a	0,02	b	0,15	a
5:00	17,4	a	17,4	a	18,6	a	0,12	a	0,01	b	0,16	a
5:15	17,5	a	17,5	a	18,6	a	0,11	b	0,02	c	0,16	a
5:30	17,6	a	17,6	a	18,5	a	0,12	a	0,01	b	0,15	a
5:45	17,9	a	18,1	a	18,9	a	0,10	a	0,01	b	0,14	a
6:00	18,3	a	19,0	a	20,7	a	0,10	a	0,02	b	0,12	a
6:15	18,3	a	19,3	a	21,4	a	0,08	b	0,03	c	0,14	a
6:30	18,3	a	19,2	a	21,5	a	0,09	a	0,04	b	0,13	a
6:45	18,2	a	19,0	a	21,3	a	0,09	b	0,03	c	0,14	a
7:00	18,2	a	19,0	a	21,5	a	0,10	a	0,03	b	0,14	a
7:15	18,4	a	19,0	a	21,6	a	0,10	b	0,04	c	0,17	a
7:30	18,8	a	19,4	a	22,3	a	0,09	b	0,04	b	0,18	a
7:45	19,5	a	20,1	a	22,6	a	0,09	b	0,04	c	0,17	a
8:00	20,8	a	21,2	a	23,7	a	0,07	b	0,03	b	0,16	a
8:15	22,1	a	22,5	a	24,5	a	0,10	a	0,03	b	0,15	a
8:30	23,3	a	23,8	a	25,6	a	0,09	ab	0,02	b	0,15	a
8:45	24,4	a	24,9	a	26,5	a	0,08	b	0,01	b	0,16	a
9:00	25,3	a	25,7	a	27,3	a	0,07	b	0,01	b	0,14	a
9:15	25,9	a	26,4	a	27,8	a	0,06	b	0,02	b	0,15	a
9:30	26,5	a	27,1	a	28,0	a	0,06	b	0,02	c	0,12	a
9:45	27,0	a	27,8	a	28,4	a	0,08	b	0,02	c	0,13	a
10:00	27,6	a	28,2	a	29,0	a	0,08	b	0,02	c	0,14	a
10:15	28,2	a	28,8	a	29,3	a	0,08	b	0,02	c	0,13	a
10:30	28,6	a	29,1	a	29,5	a	0,08	b	0,01	c	0,14	a
10:45	28,9	a	29,3	a	29,7	a	0,09	b	0,02	c	0,14	a

11:00	28,9	a	29,4	a	29,9	a	0,11	a	0,02	b	0,13	a
11:15	29,0	a	29,5	a	30,1	a	0,12	a	0,02	b	0,12	a
11:30	29,2	a	29,8	a	30,5	a	0,12	a	0,02	b	0,15	a
11:45	29,4	a	29,7	a	30,6	a	0,13	a	0,02	b	0,15	a
12:00	29,3	a	29,5	a	30,5	a	0,14	a	0,03	b	0,16	a
12:15	29,6	a	29,6	a	31,0	a	0,10	b	0,04	c	0,17	a
12:30	30,0	a	30,0	a	31,2	a	0,13	a	0,03	b	0,14	a
12:45	30,3	a	30,2	a	31,2	a	0,13	a	0,04	b	0,13	a
13:00	30,5	a	30,4	a	31,5	a	0,11	a	0,05	b	0,15	a
13:15	30,6	a	30,5	a	31,5	a	0,13	a	0,05	b	0,15	a
13:30	30,5	a	30,5	a	31,3	a	0,13	a	0,04	b	0,13	a
13:45	30,5	a	30,4	a	31,2	a	0,15	a	0,03	b	0,20	a
14:00	30,4	a	30,5	a	31,2	a	0,12	a	0,04	b	0,14	a
14:15	30,6	a	30,7	a	31,3	a	0,13	a	0,03	b	0,14	a
14:30	30,7	a	30,6	a	31,3	a	0,13	a	0,05	b	0,15	a
14:45	30,8	a	30,6	a	31,2	a	0,13	a	0,05	b	0,13	a
15:00	30,7	a	30,6	a	31,2	a	0,15	a	0,02	b	0,15	a
15:15	30,6	a	30,5	a	31,3	a	0,12	a	0,02	b	0,14	a
15:30	30,4	a	30,4	a	31,2	a	0,12	a	0,03	b	0,15	a
15:45	30,3	a	30,4	a	31,2	a	0,12	a	0,02	b	0,13	a
16:00	30,2	a	30,5	a	31,1	a	0,09	a	0,01	b	0,12	a
16:15	30,1	a	30,3	a	30,8	a	0,10	a	0,02	b	0,12	a
16:30	29,9	a	30,0	a	30,5	a	0,09	a	0,02	b	0,11	a
16:45	29,3	a	29,6	a	29,9	a	0,06	b	0,01	c	0,12	a
17:00	29,0	a	29,1	a	29,6	a	0,08	a	0,01	b	0,11	a
17:15	28,7	a	28,7	a	29,6	a	0,09	a	0,01	b	0,11	a
17:30	28,3	b	28,4	b	29,4	a	0,08	b	0,01	c	0,12	a
17:45	27,6	b	27,8	b	28,9	a	0,07	b	0,00	c	0,13	a
18:00	26,6	b	27,0	b	28,0	a	0,07	b	0,01	c	0,17	a
18:15	25,7	a	26,1	a	26,8	a	0,06	b	0,01	b	0,19	a
18:30	25,1	a	25,5	a	26,0	a	0,08	b	0,02	c	0,20	a
18:45	24,4	a	25,0	a	25,4	a	0,11	b	0,02	c	0,22	a
19:00	24,1	a	24,5	a	25,2	a	0,13	b	0,02	c	0,20	a
19:15	23,7	a	24,2	a	25,0	a	0,10	b	0,02	c	0,19	a
19:30	23,3	a	23,8	a	24,7	a	0,10	b	0,02	c	0,18	a
19:45	23,0	a	23,5	a	24,5	a	0,11	a	0,02	b	0,18	a
20:00	22,8	a	23,3	a	24,3	a	0,10	b	0,02	c	0,19	a
20:15	22,7	a	22,8	a	24,2	a	0,08	b	0,02	b	0,18	a
20:30	22,4	a	22,4	a	23,9	a	0,08	b	0,02	b	0,19	a
20:45	22,1	a	22,1	a	23,6	a	0,11	a	0,02	b	0,18	a
21:00	21,9	a	21,7	a	23,5	a	0,10	b	0,02	c	0,19	a
21:15	21,7	a	21,5	a	23,2	a	0,10	b	0,02	c	0,19	a
21:30	21,3	a	21,1	a	23,0	a	0,11	a	0,02	b	0,17	a
21:45	21,1	a	20,9	a	22,7	a	0,09	b	0,02	b	0,19	a
22:00	20,6	a	20,6	a	22,4	a	0,10	b	0,02	c	0,19	a
22:15	20,4	a	20,4	a	22,2	a	0,10	b	0,02	c	0,18	a
22:30	20,1	a	20,2	a	21,9	a	0,10	b	0,01	c	0,19	a
22:45	20,0	a	20,0	a	21,8	a	0,08	b	0,02	b	0,19	a
23:00	19,8	b	19,8	b	21,6	a	0,10	b	0,02	b	0,19	a
23:15	19,7	b	19,5	b	21,4	a	0,08	b	0,02	c	0,17	a
23:30	19,4	b	19,4	b	21,2	a	0,09	b	0,02	c	0,18	a
23:45	19,2	a	19,4	a	21,1	a	0,10	a	0,01	b	0,18	a

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

Apresentam-se em destaque na Tabela 17, as faixas de temperatura de que são consideradas de conforto térmico para a terceira semana de vida das aves, compreendidos entre 26 e 28 °C conforme Cony e Zoche (2004), Macari et al (2002), Ávila (2004).

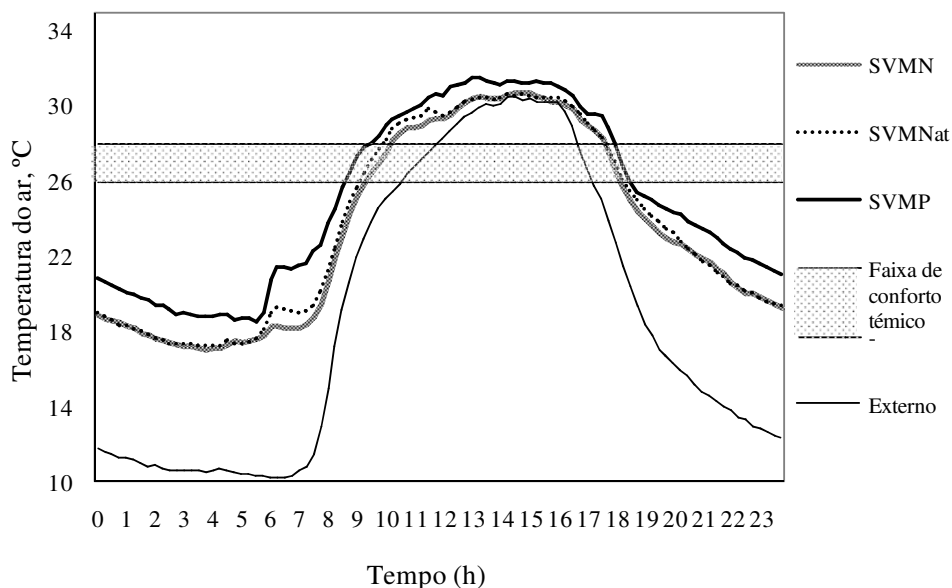


FIGURA 20. Médias das temperaturas do ar no ambiente interno e externo, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Por meio da Figura 20, observa-se que as temperaturas externas às instalações caracterizaram as horas do dia (entre 10 e 18h) com temperaturas altas e noites frias com temperaturas médias entre 11 e 12 °C, ou seja, grandes amplitudes térmicas apresentadas externamente.

Considerando a terceira semana de vida das aves, o comportamento da curva de dados médios para os tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP foi semelhante entre si e ainda em relação as temperaturas externas, porém com a diferença de amortecimento das adversidades externas que foram protegidos pelas instalações.

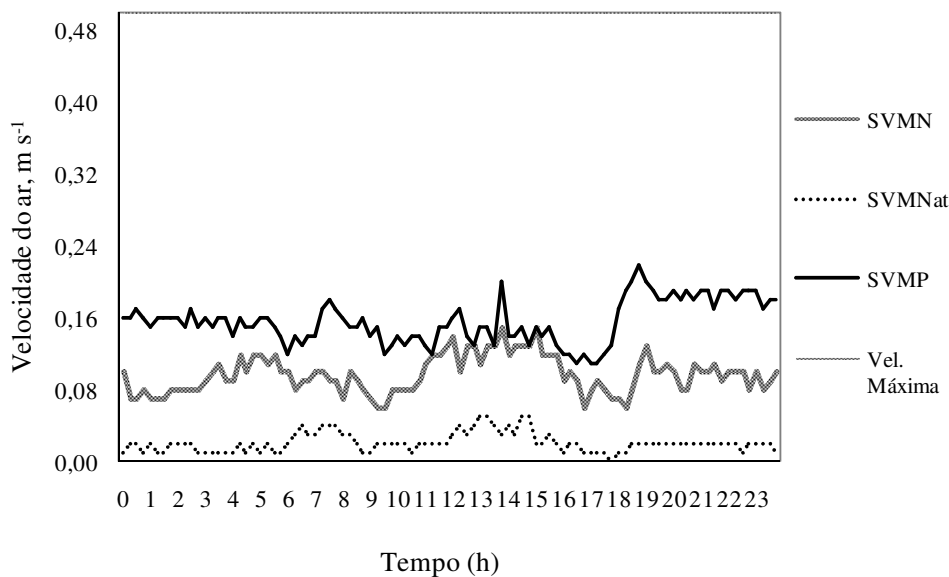


FIGURA 21. Médias de velocidade do ar no ambiente interno, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

De acordo com Bakker (2005) e COBB (2008), para a terceira semana de vida das aves, as velocidades máximas do ar devem estar no máximo a $0,5 \text{ m s}^{-1}$, as médias apresentadas na Figura 21, mostram que as velocidades ficaram aquém do limite máximo, sendo que poderiam ser maiores esses valores para permitir uma melhor eficiência dos sistemas de ventilação mínima para a terceira semana.

4.3.1.2 UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

Os resultados médios diários internos da umidade relativa do ar encontram-se relacionados na Tabela 18, na qual se verifica diferença significativa ($P < 0,05$) pelo

teste Tukey, na umidade relativa do ar, entre os sistemas de ventilação mínima em relação as horas.

TABELA 18. Médias de umidade relativa do ar, em %, e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), obtidos durante a terceira semana de vida das aves, para os tratamentos com sistema de ventilação mínima por pressão negativa (SVMN), natural (SVMNat) e por pressão positiva (SVMP), a cada 15 min

Horário	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)			ITGU		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0:00	67 b	72 a	64 c	66 a	66 a	67 a
0:15	67 b	73 a	64 b	66 a	66 a	67 a
0:30	68 b	72 a	65 b	65 a	65 a	67 a
0:45	68 b	73 a	65 b	65 a	65 a	67 a
1:00	68 b	74 a	66 b	65 a	65 a	66 a
1:15	69 b	73 a	66 b	65 a	65 a	66 a
1:30	69 b	74 a	66 b	65 a	65 a	66 a
1:45	69 b	74 a	66 b	64 a	64 a	66 a
2:00	70 b	74 a	67 b	64 a	64 a	65 a
2:15	70 b	75 a	67 b	64 a	64 a	65 a
2:30	70 b	75 a	67 b	64 a	64 a	65 a
2:45	70 b	74 a	67 b	64 a	64 a	65 a
3:00	71 b	75 a	67 b	64 a	64 a	65 a
3:15	71 b	75 a	68 b	64 a	64 a	65 a
3:30	71 b	75 a	68 b	64 a	64 a	65 a
3:45	71 b	75 a	69 b	63 a	63 a	65 a
4:00	71 b	76 a	69 b	63 a	63 a	65 a
4:15	71 b	75 a	69 b	64 a	63 a	65 a
4:30	72 b	75 a	69 b	64 a	64 a	65 a
4:45	70 b	75 a	70 b	64 a	64 a	65 a
5:00	71 b	75 a	70 b	64 a	63 a	64 a
5:15	71 b	74 a	70 b	64 a	64 a	64 a
5:30	70 b	74 a	71 b	64 a	64 a	64 a
5:45	70 b	74 a	70 b	64 a	64 a	65 a
6:00	69 b	74 a	68 b	64 a	65 a	66 a
6:15	69 b	73 a	66 c	65 a	66 a	67 a
6:30	68 b	73 a	64 c	65 a	66 a	68 a
6:45	68 b	72 a	64 c	65 a	66 a	68 a
7:00	69 a	72 a	65 b	65 a	66 a	68 a
7:15	70 a	73 a	65 b	65 a	66 a	68 a
7:30	70 a	74 a	64 b	65 a	66 a	69 a
7:45	70 b	75 a	64 c	66 a	67 a	69 a
8:00	69 ab	74 a	65 b	67 a	68 a	70 a
8:15	68 ab	72 a	64 b	69 a	70 a	71 a
8:30	65 b	70 a	63 b	71 a	71 a	73 a
8:45	63 b	68 a	61 b	72 a	73 a	74 a
9:00	61 b	66 a	59 b	73 a	74 a	75 a

9:15	60	ab	64	a	57	b	74	a	75	a	76	a
9:30	57	b	62	a	56	b	75	a	76	a	76	a
9:45	55	a	59	a	54	a	76	a	77	a	76	a
10:00	55	a	58	a	54	a	76	a	77	a	77	a
10:15	53	a	58	a	53	a	77	a	78	a	78	a
10:30	51	a	55	a	51	a	77	a	78	a	78	a
10:45	51	a	54	a	51	a	78	a	78	a	78	a
11:00	48	a	51	a	49	a	77	a	78	a	78	a
11:15	48	a	50	a	48	a	77	a	78	a	78	a
11:30	47	a	49	a	47	a	77	a	78	a	79	a
11:45	46	a	47	a	44	a	78	a	78	a	79	a
12:00	44	a	45	a	44	a	77	a	78	a	79	a
12:15	43	a	45	a	44	a	77	a	77	a	79	a
12:30	42	a	44	a	44	a	78	a	78	a	79	a
12:45	42	a	45	a	43	a	78	a	78	a	79	a
13:00	40	a	42	a	41	a	78	a	78	a	79	a
13:15	40	a	41	a	40	a	78	a	78	a	79	a
13:30	38	a	41	a	38	a	78	a	78	a	79	a
13:45	38	a	40	a	39	a	78	a	78	a	79	a
14:00	38	a	40	a	38	a	78	a	78	a	78	a
14:15	36	a	38	a	37	a	78	a	78	a	78	a
14:30	37	a	38	a	37	a	78	a	78	a	78	a
14:45	37	a	38	a	37	a	78	a	78	a	78	a
15:00	36	a	39	a	36	a	78	a	78	a	78	a
15:15	37	a	40	a	39	a	78	a	78	a	79	a
15:30	37	a	39	a	38	a	77	a	78	a	78	a
15:45	37	a	43	a	39	a	77	a	78	a	79	a
16:00	38	a	41	a	40	a	77	a	78	a	78	a
16:15	38	a	40	a	40	a	77	a	78	a	78	a
16:30	39	a	42	a	41	a	77	a	77	a	78	a
16:45	40	a	44	a	42	a	77	a	77	a	77	a
17:00	42	a	45	a	44	a	76	a	77	a	77	a
17:15	45	a	48	a	48	a	77	a	77	a	77	a
17:30	46	a	50	a	48	a	76	a	76	a	77	a
17:45	47	a	51	a	49	a	76	a	76	a	77	a
18:00	50	a	53	a	50	a	75	a	75	a	76	a
18:15	52	b	56	a	52	ab	74	a	74	a	74	a
18:30	54	a	58	a	54	a	73	a	73	a	73	a
18:45	55	a	58	a	56	a	72	a	73	a	72	a
19:00	56	a	59	a	56	a	72	a	72	a	72	a
19:15	56	a	60	a	57	a	71	a	71	a	72	a
19:30	58	a	61	a	57	a	71	a	71	a	71	a
19:45	58	a	62	a	58	a	71	a	71	a	71	a
20:00	58	b	63	a	58	b	70	a	71	a	71	a
20:15	59	b	64	a	58	b	70	a	70	a	71	a
20:30	60	b	65	a	59	b	70	a	70	a	70	a
20:45	61	b	66	a	59	b	70	a	69	a	70	a
21:00	61	b	67	a	60	b	69	a	69	a	70	a
21:15	61	b	67	a	60	b	69	a	69	a	70	a
21:30	62	b	67	a	61	b	69	a	68	a	70	a
21:45	63	b	68	a	60	b	68	a	68	a	69	a
22:00	64	b	69	a	61	c	68	a	68	a	69	a
22:15	64	b	69	a	62	b	67	a	67	a	69	a
22:30	65	b	70	a	62	b	67	a	67	a	68	a
22:45	65	b	70	a	62	b	67	a	67	a	68	a

23:00	66	b	70	a	63	b	67	a	67	a	68	a
23:15	66	b	71	a	64	b	67	a	66	a	68	a
23:30	66	b	72	a	64	b	66	a	66	a	67	a
23:45	67	b	72	a	64	b	66	a	66	a	67	a

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

As faixas que se apresentam em destaque na Tabela 18, para as variáveis climáticas, umidade relativa do ar e ITGU, são consideradas de conforto térmico para a terceira semana de vida das aves que pode variar entre as condições de 50 e 70% e 74 e 76, respectivamente.

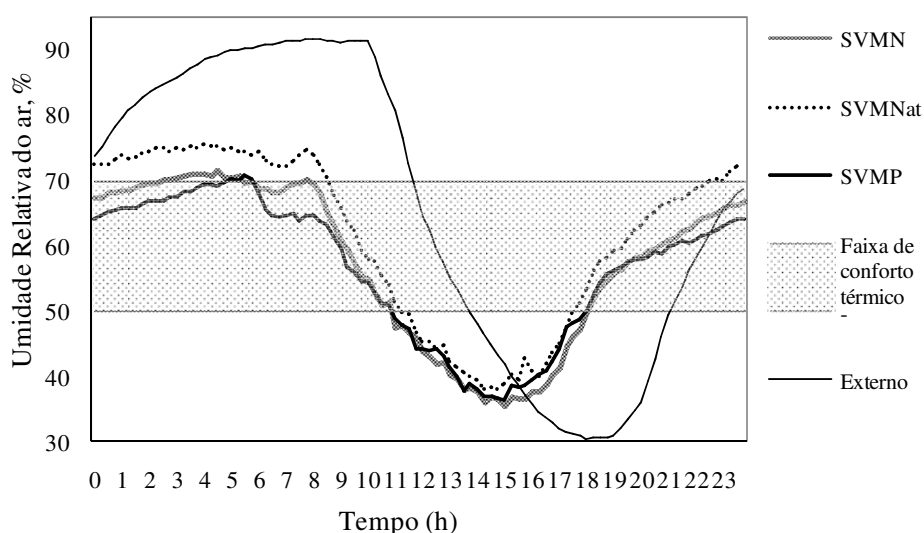


FIGURA 22. Médias de umidade relativa do ar no ambiente interno e externo, no período de 15 a 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Entre os horários de 23 e 9h30min, o sistema SVMNat manteve uma umidade mais elevada que os demais, apresentando diferença estatística entre os mesmos, os

quais se encontraram acima da faixa de conforto nos referidos horários, ou seja acima de 70%.

Ainda para os três sistemas verificados, durante o período mais quente do dia, os valores de umidade relativa estiveram baixos, e abaixo das condições de conforto térmico. Observa-se, também, que os sistemas de ventilação mecânica SVMN e SVMP, durante o intervalo compreendido entre 18 às 11 h, apresentaram umidade relativa considerada dentro da zona de conforto térmico que, segundo as recomendações, deve ficar entre 50 e 70% (Baêta & Souza, 1997 e Tinôco, 2001).

Verifica-se, em todos os sistemas, que os valores de UR foram decrescentes até as 15 h aproximadamente, crescendo a partir deste horário, conforme esperado, seguindo uma curva inversa a temperatura e ao índice de conforto ITGU (Figura 22). Esta tendência também foi verificada por Zanolla et al. (1999), Matos (2001) e Furtado et al. (2006). Esta maior umidade relativa do ar no sistema SVMNat pode ser justificada pela menor taxa de ventilação realizada, não ocorrendo a renovação necessária para o ambiente, elevando a umidade relativa do ar, nos horários com temperaturas mais baixas.

Apresenta-se na Figura 23, os resultados dos valores médios de ITGU observados no interior e externa as instalações referentes à terceira semana de vida das aves, correspondendo aos três tratamentos (SVMN, SVMNat e SVMP).

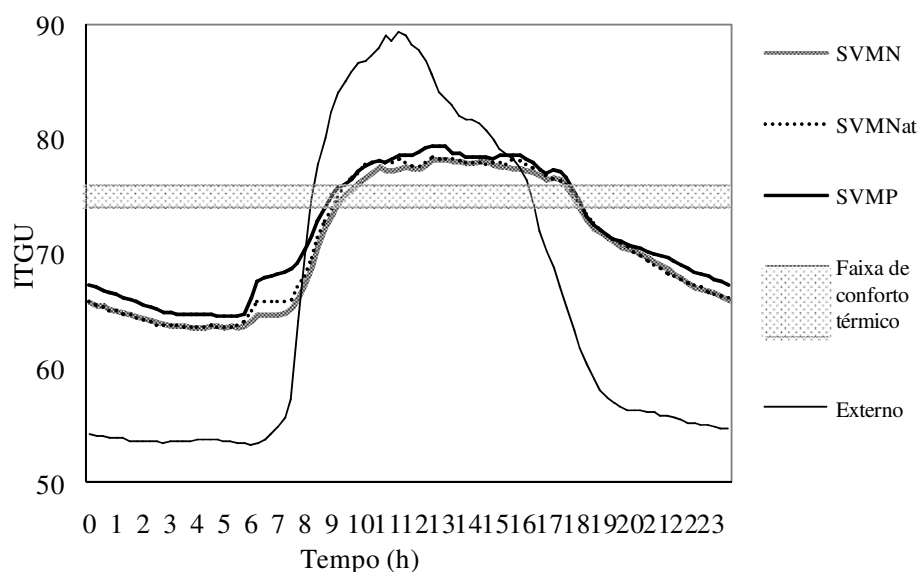


FIGURA 23. Médias do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no ambiente interno e externo, no período de 15 à 21 dias de vida das aves, para os três sistemas de ventilação mínima, por pressão negativa (SVMN), por pressão positiva (SVMP) e por via natural (SVMNat), em função do tempo.

Observa-se pela Figura 23 que os valores médios de ITGU aumentaram a partir das 7 h, atingindo um máximo entre 12 e 14 h, decrescendo em seguida. Comportamento semelhante das médias de ITGU foi verificado no período diurno por, Zanolla et al. (1999), Moraes et al. (1999), Matos (2001) e Vigoderis (2006).

No entanto, os valores médios de ITGU verificados nos três sistemas de ventilação mínimas, em relação ao acondicionamento do ambiente, apresentaram diferença mais acentuada entre os horários de 6 às 8 h e, para os sistemas SVMN e SVMNat, com as menores valores médios verificados. Sobretudo nos horários mais quentes do dia, estiveram acima das condições consideradas de conforto para as aves.

Santos et al. (2002), em instalações com forração junto às telhas de barro e alumínio, atribuíram maior inércia térmica aos conjuntos, o que é desejável durante o inverno, para manter o ambiente em condições de conforto. Contudo, mesmo com o

uso de forração nos três sistemas avaliados, os valores de ITGU encontrados estavam abaixo das condições de conforto, conforme pode se observar pela Figura 23, durante todo o período noturno.

4.3.2 QUALIDADE DO AR OBSERVADAS NO INTERIOR DO GALPÃO NA TERCEIRA SEMANA DE VIDA DAS AVES

As análises de variância referentes aos valores médios de concentrações de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O₂) para a terceira semana de vida das aves em relação aos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP, encontram-se na Tabela 19.

TABELA 19. Resumo das análises de variância verificadas durante a terceira semana de alojamento no ambiente interno das instalações para as concentrações de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO), ambos em ppm, e para o Oxigênio (O₂), em %

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (TERCEIRA SEMANA)					
		Nível aves			Nível do trabalhador		
		NH ₃	CO	O ₂	NH ₃	CO	O ₂
Trat	2	91,92**	20.94**	0,0001 ^{n.s}	183,85**	18,14**	0,004 ^{n.s}
Dia	6	39,53**	2.47 ^{n.s}	0,003**	65,02**	3,70 ^{n.s}	0,004 ^{n.s}
Trat*Dia	12	2,69 ^{n.s}	1.73 ^{n.s}	0,0002 ^{n.s}	9,02 ^{n.s}	2,33 ^{n.s}	0,001 ^{n.s}
Hora	95	183,00**	2.43 ^{n.s}	0,003 ^{n.s}	335,88**	7,56*	0,003 ^{n.s}
Trat*Hora	190	6,21 ^{n.s}	1.41 ^{n.s}	0,0005 ^{n.s}	19,60 ^{n.s}	1,60 ^{n.s}	0,003 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

4.3.2.1 CONCENTRAÇÕES DE AMÔNIA, MONÓXIDO DE CARBONO E DE OXIGÊNIO AO NÍVEL DA RESPIRAÇÃO DAS AVES E DOS TRABALHADORES

Na Tabela 20, apresenta-se os valores médios de concentrações de amônia, monóxido de carbono e níveis de oxigênio para a terceira semana de vida das aves, nos horários de 3, 9, 15 e 21h, para os sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP.

TABELA 20. Concentrações médias semanais de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO) e níveis de oxigênio (O₂), observados diariamente na terceira semana de vida das aves e dos trabalhadores, em 4 horários distintos (3, 9, 15 e 21 h), nos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP.

Período (Horas)	TERCEIRA SEMANA								
	NH ₃ (ppm)			CO (ppm)			O ₂ (%)		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
0,30m - nível médio da respiração das aves									
03	4,5 a	4,5 a	1,7 a	0,0 a	1,1 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	12,4 a	11,6 a	6,9 a	0,6 a	2,8 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
15	6,6 a	6,2 a	4,7 a	0,2 a	1,0 a	0,2 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
21	5,0 a	6,3 a	2,5 a	0,1 a	1,6 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
1,70m - nível médio da respiração do homem									
03	5,2 a	5,9 a	2,1 b	0,0 a	1,3 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
09	15,0 a	16,9 a	7,8 a	1,0 a	3,1 a	1,0 a	20,9 a	20,8 a	20,9 a
15	6,0 a	7,6 a	5,4 a	0,3 a	0,7 a	0,6 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a
21	5,5 ab	8,0 a	3,0 b	0,0 a	1,9 a	0,0 a	20,9 a	20,9 a	20,9 a

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

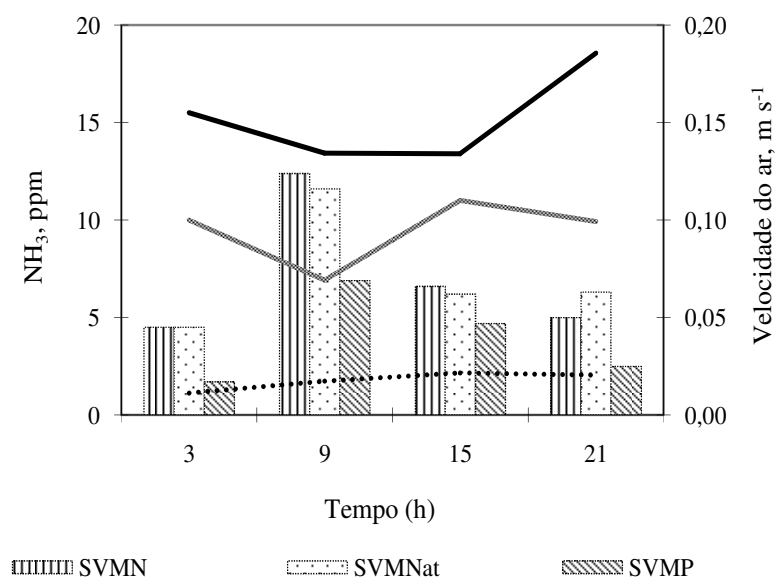


FIGURA 24. Concentrações médias de amônia, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a segunda semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos respectivos horários de observação das concentrações gasosas.

Por meio da Figura 24 no horário das 9 h, observa-se um equilíbrio na incidência de níveis de concentrações para os sistemas mecânicos de ventilação SVMN e SVMP. Os níveis mais elevados de concentrações de amônia foi verificado no sistema SVMNat, apesar dos valores encontrarem-se dentro dos limites aceitáveis de concentrações esperados para a terceira semana de alojamento das aves, onde o aquecimento interno foi realizado mais esporadicamente.

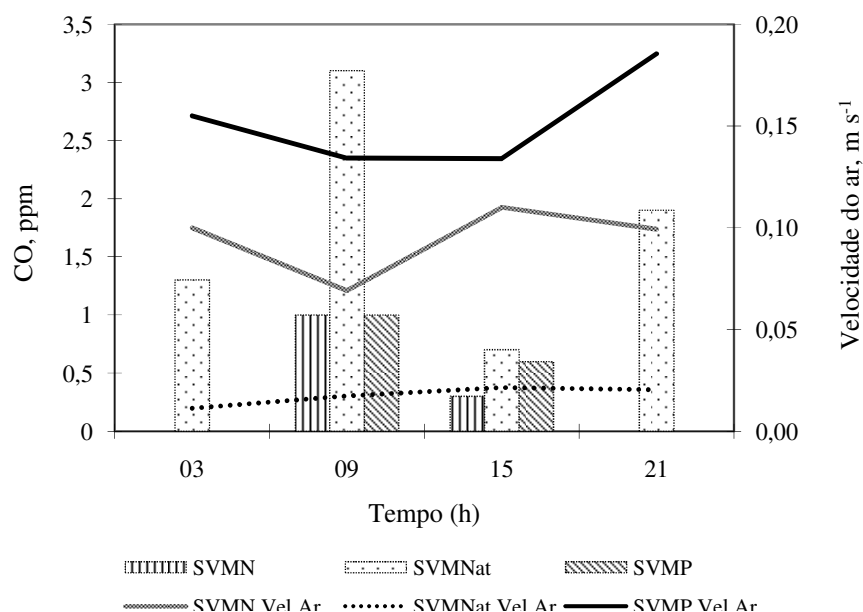


FIGURA 25. Concentrações médias de monóxido de carbono, em ppm, relacionadas aos sistemas de ventilação mínima para a primeira semana de vida das aves, com as respectivas velocidades do ar, em m s^{-1} verificados nos mesmos horários de observação das concentrações gasosas.

A concentração máxima, sugerida pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH, 2003), a que podem ser expostos os seres humanos a amônia é de 25 ppm por tempo de exposição de 8 horas, de 35 ppm por 15 minutos e 50 ppm para exposição de 5 minutos.

Atividades de manejo no interior das instalações animais podem resultar em uma alta quantidade de poeira em suspensão no ambiente, principalmente pelo revolvimento da cama, expondo os animais a doenças respiratórias após a semana de crescimento, principalmente durante o inverno, que consequentemente as cortinas laterais permanecem fechadas por um período de tempo mais amplo. Assim, observa-se que as taxas mínimas de ventilação podem minimizar consideravelmente o potencial de concentrações de gases evitando efeitos nocivos à saúde das aves e bem como à dos trabalhadores.

Pode-se observar pelas Figuras 24 e 25 que os sistemas de ventilação mecânicos foram mais eficientes na redução de concentração dos gases NH_3 e CO no interior das instalações, mostrando os efeitos benéficos dos sistemas de ventilação mínima. Para o tratamento SVMNat, a maior incidência de concentrações de gases ocorreu as 9 h, essas condições são esperadas pois o galpão permaneceu fechado durante um longo período (noturno).

Em relação aos níveis de concentração de amônia observados ao nível da respiração do trabalhador, as médias foram mais altas no horário de 9 h, nos três sistemas de ventilação, com os maiores níveis de concentração para o sistema SVMNat (16,9 ppm) e no SVMN (15 ppm) conforme Tabela 21.

Deve-se ter atenção especial à qualidade do ar no interior da instalação, para se evitar doenças que atingem o trato respiratório do trabalhador. Bagatin & Costa (2006) comentam que o uso de EIP (equipamento individual de proteção) pode ser recomendado como um caminho preventivo. O uso correto do equipamento individual da proteção deve ser explicado aos trabalhadores, e também deve ser apresentadas informações sobre riscos respiratórios.

Na Tabela 21, encontra-se as máximas concentrações de monóxido de carbono e amônia, verificados no interior das instalações.

TABELA 21. Concentrações máximas verificadas na terceira semana de vida das aves para NH_3 e CO em ppm

	Idade dias	aves	homem
Monóxido de carbono (ppm)			
SVMN	20	2,3	2,0
SVMNat	17	4,7	7,0
SVMP	17	0,0	0,0
Amônia (ppm)			
SVMN	21	20,2	29,5
SVMNat	20	20,4	29,7
SVMP	21	11,7	14,0

Foram verificados nos resultados de concentrações máximas de amônia, concentrações nos limiar dos níveis aceitáveis principalmente nas instalações SVMN e SVMNat, em dias distintos, o que pode vir a prejudicar tanto a saúde humana como animal. Wathes (1998) recomenda um nível máximo de amônia de 20 ppm para as aves.

Condições de ambiente aéreo consideradas preocupantes para as aves são verificadas quando os níveis de gases tóxicos encontram-se acima dos limites considerados máximos desejáveis à saúde dos animais. Esta situação de altas concentrações é comum de ser encontrada quando não se usa ou se não se controla de maneira eficaz, a ventilação higiênica nas primeiras semanas de vida das aves. Menegali (2005) e Vigoderis (2006), em pesquisas com instalações para frango de corte no Sul do Brasil durante o inverno, verificaram concentrações médias de amônia variando entre 13 e 28 ppm na terceira semana de vida dos animais; de acordo com Nääs et al. (2005), valores de concentração de amônia superiores a 20 ppm, por longo período de exposição, podem provocar cegueira nas aves.

4.4 DESEMPENHO ANIMAL SEMANAL E AO FINAL DO PERÍODO DE CRIAÇÃO DAS AVES, PARA OS DIFERENTES SISTEMAS DE VENTILAÇÃO MÍNIMA

Os valores médios semanais de desempenho animal observados durante o período de 1 a 21 dias de idade das aves, correspondente ao período de aquecimento, incluindo peso vivo (g), consumo de ração (g), ganho de peso (g), taxa de mortalidade (%), conversão alimentar (kg de ração/kg de ganho de peso da ave) e índice de eficiência produtiva (%) sob o efeito dos três sistemas de ventilação mínima (SVMN, SVMNat e SVMP) estão apresentados na Tabela 22.

TABELA 22. Médias de peso vivo (P.V.), consumo de ração (C.R.), ganho de peso (G.P.), taxa de mortalidade (T.M.), conversão alimentar (C.A.) e índice de eficiência alimentar (I.E.A.) por ave, observados nos sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP durante a fase de aquecimento das aves

Idade (dias)	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
	P.V. (g)			C.R. (g)			G.P. (g)		
7	160	150	148	152	138	142	100	106	91
14	352	356	356	298	301	312	192	206	208
21	764	742	748	562	549	574	412	386	392
	C.A.			T.M. (%)			I.E.A. (%)		
7	1,53	1,31	1,56	1,15	1,43	1,37	66	77	64
14	1,55	1,46	1,50	0,83	0,84	0,71	64	68	67
21	1,36	1,42	1,46	0,68	0,67	0,64	73	70	68

Conforme dados verificados na Tabela 22, para os índices de P.V., C.R. e G.P., houve um melhor desempenho das aves criadas nos galpões submetidos aos sistemas com ventilação higiênica forçada, SVMN e SVMP. No entanto, todos os

índices estiveram dentro do padrão considerado bom para a produtividade avícola brasileira.

Em relação ao peso vivo das aves conforme médias na Tabela 22, para as três primeiras semanas de vida das aves, os maiores pesos foram verificadas nos SVMN e SVMP, onde se obteve um controle mais eficaz das condições internas por meio do sistema de ventilação na fase de aquecimento. O desenvolvimento das aves na primeira semana de vida depende estreitamente das condições ambientais que o pintinho está submetido. Nesta fase, é importante que o ambiente esteja livre de agentes patogênicos, devido aos frangos de corte das linhagens atuais serem menos resistentes a doenças e possuir menor capacidade de produzir anticorpos (Figueiredo & Amara, 2005).

Os valores médios semanais de desempenho animal observados durante o período de 28 a 42 dias de idade das aves, incluindo peso vivo (g), consumo de ração (g), ganho de peso (g), taxa de mortalidade (%), conversão alimentar (kg de ração/kg de ganho de peso da ave) e índice de eficiência produtiva (%) sob o efeito dos três sistemas de ventilação mínima (SVMN, SVMNat e SVMP) estão apresentados na Tabela 23.

TABELA 23. Médias de peso vivo (P.V.), consumo de ração (C.R.), ganho de peso (G.P.), taxa de mortalidade (T.M.), conversão alimentar (C.A.) e índice de eficiência alimentar (I.E.A.) por ave, observados nos sistemas de ventilação mínima SVMN, SVMNat e SVMP após a fase de aquecimento até ao abate

Idade (dias)	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
	P.V. (g)			C.R. (g)			G.P. (g)		
28	1422	1384	1378	1035	1049	1030	658	642	630
35	2134	2160	2142	1354	1264	1260	712	776	764
42*	2670	2624	2665	4969	4833	4898	2610	2580	2608
	C.A.			T.M. (%)			I.E.A. (%)		
28	1,57	1,63	1,63	0,39	0,35	0,39	64	61	61
35	1,90	1,63	1,65	0,63	0,57	0,53	53	61	61
42*	1,90	1,87	1,88	2,04	2,45	2,46	53	53	53

*Dados de desempenho das aves no Abate

Na Figura 26 encontram-se os gráficos (a, b e c) das curvas de crescimento estimadas para cada tratamento, assim como os gráficos (d e e) representativos da sobreposição do intervalo de confiança para os parâmetros da curva com interpretação biológica, ou seja A e K. De acordo com estes gráficos, nota-se que para todos os tratamentos o modelo Gompertz apresentou um ótimo ajuste, uma vez que o Coeficiente de determinação ajustado (R^2_a) foi maior que 0,99. Quanto aos parâmetros A e K, verifica-se que os mesmos não diferiram entre os três tratamentos, pois observa-se que os intervalos de confiança de 95% se sobrepuseram entre os tratamentos. Em outras palavras, pode-se exemplificar para o parâmetro A, que caso o limite inferior do IC para o tratamento SVMN fosse maior que o limite superior do IC do tratamento SVMP, poderia se afirmar, ao nível de 5% de probabilidade (ou 95% de confiança) que o valor de A é maior para SVMN, pois esta situação caracteriza a ausência de sobreposição de intervalos de confiança. Sendo assim,

como esta situação não foi observada para nenhum dos parâmetros, admitimos que tais valores são os mesmo para todos os tratamentos.

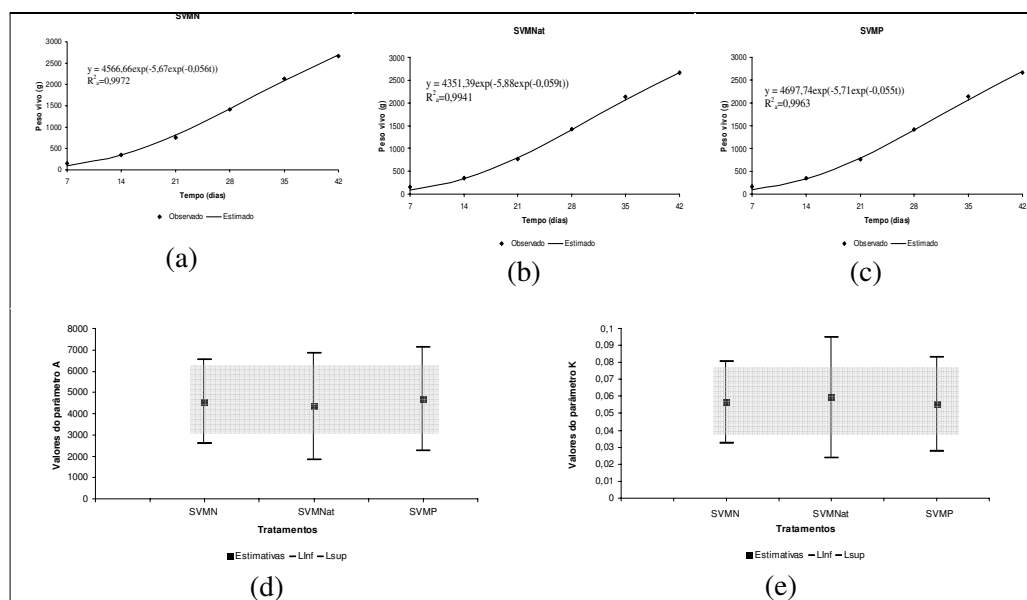


FIGURA 26. Curvas de crescimento estimadas para cada tratamento (a, b e c) e gráficos dos intervalos de confiança (d e e) para os parâmetros A e K.

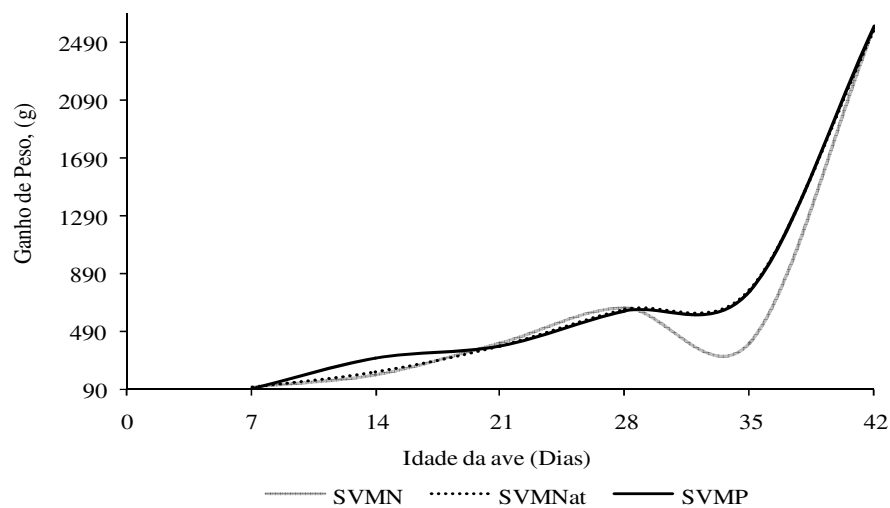


FIGURA 27. Médias de ganho de peso das aves, e a análise de regressão polinomial para os três sistemas de ventilação mínima verificados semanalmente, de 7 aos 42 dias de vida das aves.

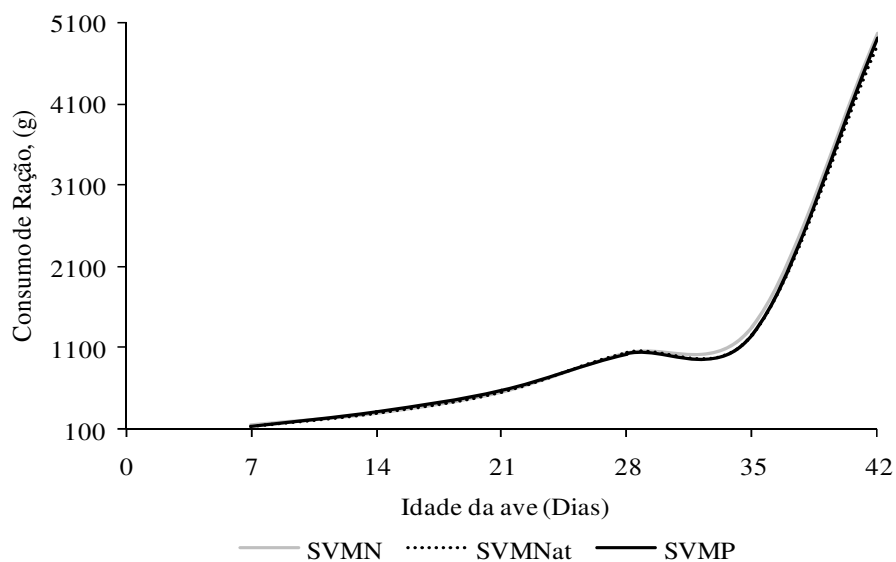


FIGURA 28. Médias de consumo de ração pelas aves, para os três sistemas de ventilação mínima medidas semanalmente, de 7 a 42 dias de vida das aves.

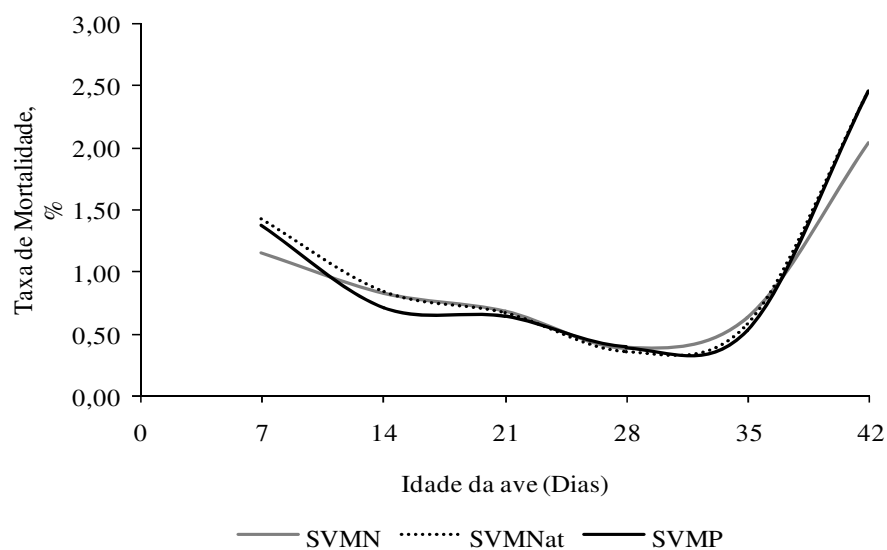


FIGURA 29. Médias da taxa de mortalidade das aves, para os três sistemas de ventilação mínima medidos semanalmente, de 7 a 42 dias de vida das aves.

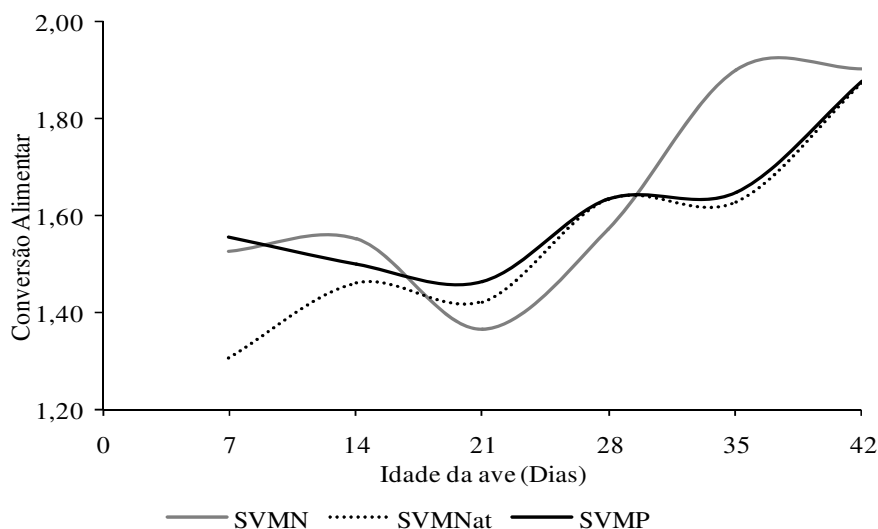


FIGURA 30. Médias da conversão alimentar das aves, para os três sistemas de ventilação mínima medidos semanalmente, de 7 a 42 dias de vida das aves.

O consumo de ração das aves submetidas ao sistema com SVMNat foi menor em relação aos demais tratamentos nas três primeiras semanas de alojamento (Tabela 23 e Figura 28). Os valores verificados aos 7 dias, correspondentes a média dos consumos da primeira semana, estão de acordo com pesquisas realizadas por Moraes et al. (2008), que encontraram variação entre 144,6 a 163,5 para tratamentos com diferentes programas de luz, o qual resultou em maior consumo para as aves submetidas ao maior fotoperíodo, e o menor, ou seja 144,6 em programa de luz natural (aproximadamente 12 horas de luz).

Devido ao curto período de vida que a primeira semana 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 (Figueiredo & Amara, 2005).

Observa-se por meio da Figura 29 e Tabela 23 que as maiores de taxas de mortalidade foram verificadas na primeira e sexta semana de vida das aves, sendo que na última semana, os valores não foram superiores a 3% que conforme Englert (1998) é normal para frangos de corte.

Índices de mortalidade baixos são resultados de um bom manejo nas fases iniciais, e são resultados de condições mais adequadas às exigências ambientais dos animais (Vigoderis, 2006).

Em relação a conversão alimentar, observa-se pela Tabela 23 e Figura 30, que a melhor conversão foi nas aves criadas no sistema SVMNat seguidos do SVMP, e também, nestes mesmos sistemas, foram verificados os melhores índices de eficiência alimentar. No entanto, essa melhor conversão não reflete em maior ganho de peso, pois as aves podem gastar uma maior parte dessa energia ingerida para produzir calor, como também sofrerem influencias de outros fatores climáticos considerados (Cordeiro, 2007). Por meio da Figura 27 pode-se observar que o maior ganho de peso foi verificado no sistema SVMN seguido SVMP.

Observa-se que os ambientes onde foi realizada ventilação mínima controlada (mecânica), nos quais se controlou o tempo em que os sistemas ficaram ligados e desligados, ocorreram as melhores condições de qualidade do ar em relação às concentrações de amônia e monóxido de carbono, bem como as melhores condições de conforto térmico em relação ao índice ITGU. Assim, foram obtidos índices mais expressivos em relação ao desempenho das aves. Situação semelhante, também foi observada em pesquisas realizadas com frangos de corte por Santos (2008) com os índices entre 7 e 17 dias de idade das aves.

4.5 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE CAMA AVIÁRIA

A análise de variância, referentes as médias de temperatura de superfície de cama, para as semanas correspondentes a fase de aquecimento das aves em relação aos tratamentos SVMN, SVMNat e SVMP, encontra-se na Tabela 24.

TABELA 24. Resumo das análises de variância verificadas durante as três semanas de alojamento no ambiente interno das instalações para as temperaturas de superfícies de cama, (°C)

Fonte de variação	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS (TERCEIRA SEMANA)		
		Temperatura de Superfície de cama (°C)		
		Primeira semana	Segunda semana	Terceira semana
Trat	2	4,1719*	39,32**	24,27 ^{n.s}
Dia	6	1,3635*	9,61**	92,70 ^{n.s}
Trat*Dia	12	1,042 ^{n.s}	1,08 ^{n.s}	70,20 ^{n.s}
Hora	95	243,025**	234,14**	430,23**
Trat*Hora	190	2,89 ^{n.s}	12,45**	49,29 ^{n.s}

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

^{n.s} não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Na Tabela 25, apresenta-se os valores médios de temperatura de superfície de cama, em (°C), verificadas em três pontos ao longo do comprimento do pinteiro, para melhor caracterizar a superfície em análise. Neste experimento, o material utilizado como cama para a forração do piso foi a casca de café.

TABELA 25. Temperaturas de superfície de cama de casca de café, em (°C), verificadas na fase de aquecimento, caracterizando o período ao longo de quatro horários de observação

Período (horas)	TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE DE CAMA (°C)								
	Primeira semana			Segunda semana			Terceira semana		
	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP	SVMN	SVMNat	SVMP
03	19,6 a	20,2 a	20,1 a	19,2 b	21,1 ab	22,4 a	18,4 a	18,6 a	20,3 a
09	24,7 a	26,3 a	25,9 a	25,2 b	27,5 ab	27,8 a	26,3 b	28,0 ab	29,0 a
15	28,1 a	28,0 a	27,2 a	29,6 a	28,1 a	28,5 a	29,2 a	28,8 a	30,0 a
21	21,9 a	22,6 a	23,7 a	22,8 b	26,0 ab	27,5 a	31,6 a	23,0 a	24,5 a

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

Por meio da Tabela 25, e com base no teste de Tukey ($P < 0,05$), verifica-se que houve diferença estatística entre os valores de temperatura de superfície de cama para cada um dos diferentes tratamentos apenas na segunda e terceira semana de vida das aves, com os maiores valores ocorrido para o SVMP.

Em todos os tratamentos, durante todas as semanas de avaliação, os menores valores de temperatura de cama ocorreram na madrugada, ou seja, às 3 h.

Considerando que, no ciclo natural, as temperaturas noturnas são mais baixas que as diurnas (em razão da radiação solar), este resultado esteve de acordo com o esperado. Contudo, em todos os casos, os valores de superfície da cama estiveram abaixo da temperatura adequada ao conforto térmico.

Assim, infere-se que as temperaturas muito baixas de superfície de cama podem ter sido prejudiciais para a ave que está em contato direto com a superfície do substrato, uma vez que ocorrem trocas constantes de calor da ave para com o meio.

4. CONCLUSÕES

Para as condições em que o trabalho foi realizado e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A renovação higiênica do ar foi obtida com níveis satisfatórios nos dois sistemas de ventilação mínima avaliados, SVMN e SVMP, com níveis de oxigênio adequados no interior das instalações, e também com concentrações de gases tóxicos, amônia e monóxido de carbono, com níveis inferiores aos considerados prejudiciais, para a saúde das aves e do trabalhador, assim verificando-se boa qualidade do ar interno.
- Os níveis de concentrações de amônia e monóxido de carbono para o SVMNat, não ofereceram riscos à saúde das aves e dos trabalhadores, no entanto apresentaram-se níveis superiores aos demais sistemas de ventilação mínima durante todo período observado.
- No entanto, para manter as condições higiênicas do ar interno, de acordo com as condições de conforto das aves, não ocorreu influências negativas em relação as taxas de ventilação aplicadas para os dois sistemas SVMN e SVMP e com velocidade do ar em níveis não estressores aos pintainhos, inclusive para o SVMNat.
- As médias de ITGU verificadas nos três sistemas de ventilação avaliados (SVMN, SVMP e SVMNat) caracterizou o ambiente térmico como desconfortável para as aves, principalmente no período noturno, nas três

semanas de vida das aves, submetendo as mesmas ao estresse por frio. Fato este que podem ter sido verificados principalmente por falhas no sistema de aquecimento das campânulas a lenha durante o período noturno, onde ocorreram a incidência das temperaturas mais baixas.

- Os três sistemas de ventilação mínima estudados, SVMN, SVMP e SVMNat, possibilitaram com que as aves externassem seu desempenho produtivo, não sendo observado diferença nos parâmetros avaliados, com valores próximos aos considerados satisfatórios de acordo com os padrões da avicultura brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAE. 2003. ASAE Annual International Meeting. Las Vegas, Nevada, USA. 2003.
- ABREU, P.G. Modelos de aquecimento. In: IV SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA. *Anais...* Chapecó-SC, 2003.
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Maximização dos sistemas de ventilação na avicultura (Parte 1). *Nordeste Rural*, Versão Eletrônica Fev/2004. Disponível em: <http://www.nordeste rural.com.br>. Acessado em novembro de 2007.
- ALI, M. Winter ventilation lifts productivity in Pakistan. *Asian Poultry Magazine*, v.1, p.36-39, 2005.
- ALBINO, L. F. T. *Frango de corte; manual prático de manejo e produção*. Viçosa: Aprenda Fácil, 1998. 72p. 1998.
- ALENCAR, M.C.B.; NÄÄS, I.A.; GONTIJO, L.A. Respiratory risks in broiler production workers. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, vol.6, nº.1, p.23-29, 2004.
- ANUALPEC. Anuário brasileiro de aves e suínos 2007. Disponível em: <http://www.anuarios.com.br>. Acessado em 22 maio de 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. ABEF 2007. Relatório anual 2007/2008. Disponível em <http://www.abef.com.br>. Acessado em 15 de janeiro de 2008.
- AVILA, V.S.; MAZZUCO, H.; FIGUEIREDO, E.A.P. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. (*Circular Técnica, 16*), Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 38p. 1992.
- 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 10 outubro de 2007.
- AVILA, V.S.; OLIVEIRA, U.; FIGUEIREDO, E. A. P.; COSTA, C.A.F.; ABREU, V.M. N.; ROSA, P.S. Avaliação de materiais alternativos em substituição à maravalha como cama de aviário. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.2, p.273-277, 2008.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. *Ambiência em edificações rurais – conforto animal*. Viçosa: UFV, 246p. 1997.

BAGATIN, E.; COSTA, E.A. Doenças das vias aéreas superiores. *J Bras Pneumol*. 2006;32(Supl 2):S35-S44. 2006.

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: FACTA, p.67-75, 1995.

BAKKER, W. Minimum Ventilation to Maximize Broiler Farm Performance. In: CARIBBEAN POULTRY ASSOCIATION POULTRY & EGG SCHOOL, 2005, St Augustine. Disponível em: <http://www.caribbeanpoultry.org/docs/2005/egg_2005/CPAPoultry&EggSch2005-Poultry_WBakker_MinimumVentilation.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2009.

BANHAZI, T.M.; SEEDORF, J.; LAFFRIQUE, M.; RUTLEY, D.L. Identification of the risk factors for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling. *Biosystems Engeneering*, v.101, p.100-110, 2008.

BRASIL. CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 003 de 28 de Junho de 1990. Define os padrões nacionais de qualidade do ar.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3.214 de Jul. 1978. *Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho - NR-15: Atividades e Operações Insalubres*. Brasília, 1978. Disponível em: <http://www.mte.gov.br>. Acesso em novembro de 2007.

BOTTCHER, R.W. An environmental nuisance: odor concentrated and transported by dust. *Chemical Senses*, v.26, p.327-331, 2001.

BORGES, T.P.F. Fogão a Lenha de Combustão Limpa. Universidade Estadual de Campinas- UNICAMP/SP/Brasil. (*Dissertação de Mestrado*). 1994.

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.

CAFÉ, M.B., ANDRADE, M.A. Intoxicações – Parte 2. In: *Avicultura industrial*. Ed. 1091, 2001.

CARMO, A.T.; Prado, R.T.A. Qualidade do ar interno. Qualidade do ar interno. São Paulo: EPUSP, 35 p. 1999.

CASTRO, A.G.M. Sanidade das Aves na Fase Final: Importância do Aparelho Respiratório - Aveworld – Brasil. *Anais...* da Conferência Apinco 99 de Ciências e Tecnologia Avícolas, vol. 2, p.55-60, 1999.

CAMPOS, J.A. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho animal em dois tipos de suinoculturas. Viçosa, MG: UFV, 2006. 60p. (Dissertação de mestrado em engenharia agrícola). Universidade Federal de Viçosa, 2006.

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

CONY, A.V., ZOCCHÉ, A.T. Manejo de frangos de corte. *Produção de frangos de corte*/editado por Ariel Antonio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 356p. 2004.

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, 409p, 1983.

CRUZ, C.R. Bem estar animal no cenário internacional. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/reportagem/brasilsul2003/rayzel.asp>> Acesso novembro de 2007.

CZARICK, M.; FAIRCHILD, B. Minimum Ventilation Rates. *Poultry Housing Tips*, v.19, n.1, p.1-4, 2007.

CZARICK, M.; LACY, M.P. Programing environmental controllers to minimize fuel wastage. *Poultry Housing Tips*, v.12, n.10, p.1-5, 2000.

ENGLERT, S.I. *Avicultura: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade*. Porto Alegre, Agropecuária, 287p. 1987.

ESMAY, M.L. *Principles of animal environment*. Westport CT: ABI Publishing Co., 325p. 1982.

FERREIRA, W.P.M. Avaliação de uma fornalha a carvão vegetal para aquecimento aviário. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 137p. (*Tese de doutorado Engenharia Agrícola*).

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.

FRANGETTO, F. W.; GAZANI, F. R. Viabilização Jurídica do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) no Brasil. *IIEB- Instituto Internacional de Educação do Brasil*, 145p, 2002.

FREEMAN, B.M. The fowl and its physical environment. *World's Poultry Science Journal*. v.25, p.99-111. 1968.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In. VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura (7.: 2006, Chapecó, SC). *Anais...*, Concórdia: Embrapa Suínos e Aves. 160p, 2006.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. ampl. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.209-228, 375p. 2002.

FURTADO, D.A.; DANTAS, R.T.; NASCIMENTO, J.W.B.; SANTOS, J.T.; COSTA, F.G.P. Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.2, p.484–489, 2006.

GATES, R.S.; CHAO, K.; SIGRIMIS, N. Identifying design parameters for fuzzy control of staged ventilation control systems. *Computers and Electronics in Agriculture*, v.31, p.61–74, 2001.

HARTUNG, J. The effect of the airborne particulate on livestock health and production. In: I. AP Dewi, R. F. E. Axford, I. Fayez, M. Marai, H. Omed (eds): *Pollution in Livestock Production Systems. CAB International*, Wallingford, UK, 55-69. 1994.

IPCC, TECHNICAL SUMMARY of the Working Group I Report, 2001. IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change: <http://www.ipcc.ch>. Acessado em: 05 nov. 2008.

JOCKYMAN, A. Perspectivas para investimentos de projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. In: Revista ECO21, disponível em: <<http://www.eco21.com.br>>. Acesso em: 05 nov. 2008.

LIMA, A.M.C., NÄÄS, I.A., BARACHO, M.S., MIRAGLIOTTA, M.Y. Ambiência e bem-estar. *Produção de frangos de corte* / editado por Ariel Antônio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 2004. 356p.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2. ed. ampl. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

MATOS, M.L. Conforto térmico ambiente e desempenho de frangos de corte, alojados em dois níveis de alta densidade, em galpões com sistemas de ventilação em túnel e ventilação lateral. Viçosa, MG: UFV, 2001. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.

MAZON, A.A.O.; SILVA, R.G.O.; SOUZA, H.A. Ventilação natural em galpões: o uso de lanternins nas coberturas. REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto, 59(2): 179-184, abr./jun. 2006.

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.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Portaria 3.214 de jul. 1978. *Normas regulamentadoras de segurança e saúde no trabalho (NR-15): atividades e operações insalubres*. Brasília, 1978. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/temas/segsau/legislacao/normas/conteudo/nr15>>. Acesso em: Fev. 2009.

MORAES, S.R.P. Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frango de corte, no sudoeste de Goiás. Viçosa UFV, 2002. *Dissertação (mestrado em Engenharia Agrícola)*, Universidade Federal de Viçosa, 2002.

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.

MORO, D. Sistemas de aquecimento para aves. In: Simpósio Internacional sobre Ambiente e Sistemas de Produção Avícola. 1998, Concórdia, SC. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 193p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 53).

MOURA, D.J. *Ambiência na produção de aves em clima Tropical*. Editado por Iran Jose Oliveira da Silva. Piracicaba-SP, 2001. 185p. v.2.

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.

NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; BARACHO, M.S. Bem estar e comportamento. *Manejo de matrizes de corte* / Editado por Marcos Macari e Ariel Antônio Mendes – Campinas : FACTA, 2005. p.45-52. 421p.

NÄÄS, I.A.; MIRAGLIOTTA, M.Y.; BARACHO, M.S.; MOURA, D.J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.27, n.2, p.326-335, 2007.

NIOSH – National institute for occupational safety and health. Versão eletrônica 2003. Disponível em: <http://cdc.gov/niosh/pel88/7664-41.html>. Acessado em: 19 julho de 2005.

NICHOLSON, F.A.; CHAMBERS, B.J.; WALKER A.W. Ammonia Emissions from Broiler Litter and Laying Hen Manure Management Systems. *Biosystems Engineering* (2004) 89 (2), 175–185. 2004.

OLIVEIRA, R. F. M. ; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L.T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. GOMES M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

OWADA, A. N.; NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; BARACHO, M. S. Estimativa de bem-estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de luminosidade no galpão de produção. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.27, n.3, p.611-618, 2007.

QI, R.; MANBECK, H. B.; MAGHIRANG R.G. Dust generation rate in a poultry layer house. *Transactions of the ASAE*, v.35, p.1639–1645, 1992.

RIVERO, R. *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. 2ª ed. – Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 240p. 1986.

PEREIRA, A.K. Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação

positiva. Viçosa: UFV, 2006. 76p. *Dissertação (mestrado)* – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

RONCHI, Carlos. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas. *Revista Aeworld*. Editora Animal World. Ano 1, no.6, p.26-30, 2004.

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

ROSSI P.R., Poluentes Aéreos e ruídos em instalações pra produção de animais. Simpósio Internacional Sobre Ambiência e Sistemas de Produção Avícola. *Anais...* Concórdia, SC - Embrapa. 1998.

SAMPAIO, C.A.P.; NÄÄS, I.A.; NADER, A. Gases e ruídos em edificações para suínos - aplicação das normas nr-15, CIGR e ACGIH. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, n.1, p.10-18, 2005.

SANTOS, P.A. Qualidade do ar, conforto térmico e desempenho de frango de corte em dois sistemas de aquecimento e de ventilação. Viçosa: UFV, 2008. 96p. *Tese (doutorado)* – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

SANTOS, R.C.; TINÔCO, I.F.F; PAULO, M.O.; CORDEIRO, M.B.; SILVA, J.N. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, n.1, p.142-146, 2002.

SANTOS, P.A.; YANAGI JUNIOR, T.; TEIXEIRA, V.H.; FERREIRA, L. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, n.3, p.575-584, 2005.

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, 356p. 2004.

SILVA, C.N.C. Poluição do ar. Disponível em: http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./urbano/index.html&contedo=./urbano/artigos/qualidade_ar.html. Acesso em novembro de 2007.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B. Ambiência na produção de aves de postura. In: *Ambiência na Produção de Aves de Clima Tropical*. Editado por Iran José Oliveira da Silva, Piracicaba: FUNEP, p.149-214. 185p. 2001.

SILVA, R.B. Trocas térmicas em aves. In: *Ambiência na Produção de Aves de Clima Tropical* / Editado por Iran José Oliveira da Silva, Piracicaba-SP: p.88-124. 200p. 2001.

TEIXEIRA, V.H. Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos. (*Tese Doutorado*). Botucatu: UNESP, 93p. 1996.

- TERZICH M., QUARLES, C., GOODWIN, M.A., BROWN, J. Effect of poultry litter treatment (PLT) on death due to ascites in broilers. *Avian Dis.* 42p.385-387, 1998.
- TINÔCO, I.F.F. Conforto ambiental para aves/ponto de vista do engenheiro. In. Simpósio Goiano de Avicultura (2: 1995: Goiânia-Goiás). *Anais do II Simpósio Goiano de Avicultura – Goiânia*, p.47-56, 1996.
- 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. A granja de frangos de corte. *Produção de frangos de corte* / editado por Ariel Antônio Mendes, Irenilza de Alencar Nääs, Marcos Macari – Campinas: FACTA, 356p. 2004.
- TINÔCO, I.F.F.; GATES, R.S. *Manejo de Matrizes de corte*. Editado por Marcos Macari e Ariel Antônio Mendes – Campinas: FACTA, 421p.:il. p.18-19, 2005.
- TINÔCO, I.F.F.; RESENDE, P.L. *Produção de frango de corte em alta densidade*. Viçosa: Manual CPT – Centro de Produções Técnicas, 20p. 1997.
- THOM, E.C. The discomfort index. *Weatherwise, Boston*, v.12, n.1, p.57-60, 1959.
- UBA. Relatório anual 2007/2008. Disponível em: http://www.uba.org.br/ubanews_files/rel_uba_2005_06.pdf. Acesso em: 10 Jan. 2007.
- VIEGAS, C.A.A. Agravos respiratórios decorrentes da atividade agrícola. *Journal de Pneumologia*. São Paulo, v.26, n.2, 2000.
- 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. Aerial emissions from poultry production. *World Poultry Science Journal*, 54:p. p.241-251. 1998.
- WATHES, C.M., HOLDEN, M.R. SNEATH, R.W., WHITE, R.P., PHILLIPS, V.R. Concentrations and emission rates of aerial ammonia, nitrous-oxide, carbon-dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *Br. Poultry Science*, v.38, n.1, p. 14-28. 1997.
- WATHES, C.M. Strive for clean air in your poultry house. *World Poultry*, v.15, n.3, p.17-19, 1999.
- WILSON, M. Balancing broiler genetics and welfare. *International Poultry Production*, v.16, n.4, p.7-9, 2008.
- XAVIER, M.E.R; KERR, A.S. A análise do efeito estufa em textos paradidáticos e periódicos jornalísticos. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v.21, n.3, p.325-349. 2004.

YOUSEF, M.K. Stress physiology in livestock. *Poultry Science*, Boca Raton, v.3, p.159, 1985.

ZANATTA, F.L. Gaseificador de biomassa no aquecimento de aviários e sua relação com conforto térmico, qualidade do ar e desempenho produtivo de frangos de corte. (*Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola*). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

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.

ZANOLLA, N.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECOM, P.R.; MORAES, S.R.P. Sistemas de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte com alta densidade. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.3, p.361-366, 1999.