

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPORTAMENTO TÉRMICO DE COBERTURAS EM
CAMADAS DUPLAS E ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DA
CAMA POR PISO PLÁSTICO NA QUALIDADE DO AR,
DESEMPENHO E ÍNDICE DE LESÕES EM FRANGOS DE
CORTE**

Eduardo Alves de Almeida
Engenheiro Agrícola

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**COMPORTAMENTO TÉRMICO DE COBERTURAS EM
CAMADAS DUPLAS E ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DA
CAMA POR PISO PLÁSTICO NA QUALIDADE DO AR,
DESEMPENHO E ÍNDICE DE LESÕES EM FRANGOS DE
CORTE**

EDUARDO ALVES DE ALMEIDA

Orientador: Prof. Dr. Renato Luis Furlan

Coorientador: Prof. Dr. Adhemar Pitelli Milani

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Zootecnia

A447c Almeida, Eduardo Alves de
Comportamento térmico de coberturas em camadas duplas e estudo da substituição da cama por piso plástico na qualidade do ar, desempenho e índice de lesões em frangos de corte / Eduardo Alves de Almeida. -- Jaboticabal, 2014
IIX, 94 p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014
Orientador: Renato Luis Furlan
Coorientador: Adhemar Pitelli Milani
Banca examinadora: Roberta Passini, Jorge de Lucas Júnior
Bibliografia

1. Telha. 2. Ambiência. 3. Conforto Térmico. 4. Qualidade do ar. 5. Amônia. 6. Piso Plástico. 7. Frango de Corte. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:631.22

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: COMPORTAMENTO TÉRMICO DE COBERTURAS EM CAMADAS DUPLAS E ESTUDO DA SUBSTITUIÇÃO DA CAMA POR PISO PLÁSTICO NA QUALIDADE DO AR, DESEMPENHO E ÍNDICE DE LESÕES EM FRANGOS DE CORTE

AUTOR: EDUARDO ALVES DE ALMEIDA

ORIENTADOR: Prof. Dr. RENATO LUIS FURLAN

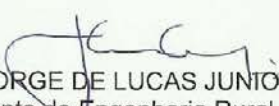
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ADHEMAR PITELLI MILANI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora:



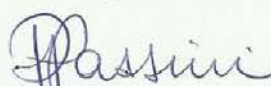
Prof. Dr. RENATO LUIS FURLAN

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Profa. Dra. ROBERTA PASSINI

Universidade Estadual de Goiás / Anápolis/GO

Data da realização: 28 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRÍCULARES DO AUTOR

Eduardo Alves de Almeida nasceu na cidade de Anápolis no estado de Goiás em 21 de fevereiro de 1988. Ingressou no curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás em Anápolis-GO no primeiro semestre de 2006. Formou-se Engenheiro Agrícola no ano de 2011. Durante a graduação participou de diversos projetos de pesquisa tendo desenvolvido projetos nas áreas de bioclimatologia animal e construções rurais e ambiência, visando o conforto animal e sua máxima produtividade. Atuou como Bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e como voluntário em outros projetos de pesquisa no Programa de Voluntários de Iniciação Científica (PVIC-UEG). Estagiou no Instituto Federal Goiano (IFG) – Campus Urutaí, trabalhando com Avicultura, Cunicultura e Piscicultura. Foi monitor da Disciplina de Criação e Exploração de Animais Domésticos por dois semestres (2010/01 e 2010/02). Participou de projeto de pesquisa na área de bem-estar animal na Universidade de São Paulo (USP-Pirassununga), em 2011. No ano de 2011 ingressou no Mestrado pelo programa de Pós-Graduação em Zootecnia na FCAV – UNESP Jaboticabal, dedicando-se a área de Construções rurais e ambiência animal.

“Proponha-se a atingir o sol e você poderá não o alcançar, mas sua seta voará muito mais alto do que se fosse apontada para um objeto ao mesmo nível de você.”

Joel Hawes

AGRADECIMENTOS

Ao completar mais essa importante etapa em minha vida, não poderia iniciar meus agradecimentos de outra forma que não fosse agradecendo a Deus por tamanha conquista, agradecer por ter me dado forças dia após dia, por ter cuidado de mim e de minha família, e, por me proporcionar essa oportunidade única.

Agradeço imensamente a minha mãe Loyd, pelo amor, carinho, por me apoiar em minhas decisões e ser meu porto seguro em todos os momentos. Essa conquista seria impossível sem a senhora em minha vida.

Agradeço a minha avó Adelina por todo apoio, pelas orações, por sempre acreditar em minha capacidade, e por me amparar em todos os momentos. A senhora é um grande exemplo de determinação. Muito obrigado.

Agradeço as minhas irmãs Alinne e Ellen por acreditarem em mim e se orgulharem de minhas escolhas.

Agradeço ao meu orientador Renato Luis Furlan, pela amizade, pela oportunidade de ser seu orientado, pela paciência e pelos ensinamentos ao longo desses anos de convivência.

Agradeço ao meu co-orientador Adhemar Pitelli Milani pela amizade, ensinamentos e por toda ajuda ao longo do mestrado.

Agradeço ao professor Marcos Macari pela atenção e colaboração durante os experimentos, pelos ensinamentos e por todo apoio.

Agradeço ao professor Jorge de Lucas Júnior pela disponibilidade em colaborar e pela valiosa contribuição neste trabalho.

Agradeço aos grandes amigos conquistados ao longo desses anos, em especial ao Raphael Nogueira Bahiense por todo apoio e colaboração desde a fase de implantação dos experimentos até a coleta final dos dados, ao Vitor Rosa de Almeida pela grande amizade, por todo apoio e por ter se tornado quase um irmão, a Cintia Carol pelos conselhos, atenção e amizade, a Angela Takamura pela amizade, pela companhia e por me apoiar em diversos momentos. Vocês foram fundamentais para que eu conseguisse chegar até aqui.

Agradeço também a Vitória Rau (trapaiada), Fabrício Hada, Daniel Mendes, Fernando Souza, Lilian Arantes, Aline Sant'Anna, Lara Amaral, João Matos

Junior, Elaine (Tocha), Giuliana (Laka), Thays (Black), Carla (Biskoita), Sarah (Pipeta), Gisele (Fome), Tamiris (Pi), Viviane Morita (Vandinha) e Diana Castiblanco, por todo apoio e colaboração na condução dos experimentos, sem vocês essa conquista seria impossível, muito obrigado!!!

Agradeço aos demais amigos e colegas que fizeram parte da minha vida ao longo desses anos, em especial a Ana Rebeca, Isa Marcela, Kris McCoy, Rafael Farinha, Aretuza, Franciely costa, Mary Baiana, Monique Carvalhal, Karen Camille, Maria Camila, Rachel Santini, Cláudio Mathias, Chris Araújo, Fabiana Barreiro, Livia espinha, Mariana Thimotheo, entre outros. Ter vocês em minha vida tornou tudo mais fácil, muito obrigado.

Aos funcionários da Unesp de Jaboticabal por todo apoio e colaboração durante o período de mestrado, em especial ao Robson, Vicente e Izildo (aviário), Euclides, Clara e Vagner (Morfologia e fisiologia animal).

A todos os professores da Unesp de Jaboticabal que fizeram parte da minha formação, em especial a professora Isabel Boleli e Alex Sandro Maia.

A professora Roberta Passini, minha grande incentivadora, a quem eu devo muito do que sou hoje. Muito obrigado pela amizade, por acreditar em mim e por sempre me apoiar.

À Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos e pelos recursos concedidos ao projeto.

A Universidade de Campinas (Unicamp) na pessoa da professora Daniella Moura, pela colaboração cedendo o equipamento para mensuração de gases.

A Universidade Estadual Paulista (Campus de Jaboticabal), por me proporcionar a oportunidade de subir mais um degrau na minha carreira profissional, pelo acolhimento e qualidade do ensino oferecido. É um grande orgulho fazer parte de um programa de pós graduação de excelência.

A cidade de Jaboticabal, pelo acolhimento ao longo de todos esses anos.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Produção da carne de frango.....	3
2.2. Importância dos fatores ambientais na produção de aves	4
2.3. Zona termoneutra ou zona de termoneutralidade	5
2.4. Bem-estar animal	7
2.5. A importância da cobertura em uma instalação avícola	9
2.6. Ambiente aéreo	11
2.7. Influência da cama no desempenho e qualidade do ar	11
2.8. Modelos reduzidos	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15

CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE DIFERENTES COBERTURAS E ESPAÇAMENTOS ENTRE CAMADAS DUPLAS SOBRE A TEMPERATURA SUPERFICIAL DA TELHA E DO AMBIENTE	26
RESUMO.....	26
ABSTRACT	27
1. INTRODUÇÃO.....	28
2. MATERIAL E MÉTODOS	29
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4. CONCLUSÕES.....	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO TIPO DE CAMA NA QUALIDADE DO AR, DESEMPENHO, LESÕES DE CARÇAÇA, ESCORES DE HIGIÊNE E LOCOMOÇÃO EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CONFORTO E EM ESTRESSE TÉRMICO.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT	45
1. INTRODUÇÃO.....	46

2. MATERIAL E MÉTODOS	48
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
3.1. Experimento 1 – Conforto Térmico	56
3.2. Experimento 2 – Estresse Térmico	70
4. CONCLUSÕES.....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

1. INTRODUÇÃO

Em países de clima tropical como o Brasil, o principal fator limitante para se alcançar o bem estar das aves e uma boa produtividade é o ambiente, que inclui as altas temperaturas e elevada umidade no interior das instalações, ocasionando estresse ao animal e diminuição da produção (SOUSA, 2005).

Devido ao crescimento da avicultura e a necessidade de se criar aves com precocidade e em maior densidade, a indústria brasileira tem passado por um processo de transformação, tendo que levar em consideração o conforto térmico da ave, para que se consiga boa produção, readaptando a infra estrutura já existente e projetando novas instalações que priorizem o bem estar animal (TINÔCO, 2001).

A temperatura dentro dos galpões de criação de frangos de corte deve ser mantida entre 15 e 25°C para frangos adultos, sendo necessária a utilização de técnicas e equipamentos que sejam capazes de diminuir a quantidade de calor dentro da instalação, obtendo-se melhor eficiência produtiva e menor índice de mortalidade (MEDEIROS, 2001). De acordo com Moraes et al. (1999), as coberturas são as principais responsáveis pela diminuição dos índices térmicos da instalação de produção, podendo ser associadas a outros métodos que promovam diminuição da temperatura no interior da instalação, como pintura branca na superfície externa da telha (SAMPAIO et al., 2011), telha tipo sanduíche (CANEPPELE et al., 2013), sombreamento da telha (FIORELLI et al., 2012) entre outros.

Além da temperatura, outro fator de extrema importância no que se diz respeito ao bem-estar de frangos de corte é a qualidade do ar. Sabe-se que em instalações de produção de frangos de corte os teores de amônia são altos devido a rápida decomposição dos dejetos acumulados na cama. De acordo com Jones et al. (2005), níveis de amônia acima de 20 ppm são tóxicos para as aves, sendo verificado por Beker et al. (2004), que valores acima de 25 ppm causam forte redução na eficiência produtiva do animal.

Segundo Oliveira et al. (2011), o crescimento das atividades de produção animal sobre cama (aves e suínos), fez com que ocorresse uma diminuição na disponibilidade de maravalha, passando a existir indústrias que processam madeira exclusivamente para a obtenção deste material, ocorrendo assim um aumento

significativo no valor da mesma. Com este aumento do valor diversos produtores passaram a reutilizar essa cama em diversos ciclos de criação, promovendo aumento na concentração de amônia no ar, devido a maior quantidade de nitrogênio presente na mesma.

Tendo em vista o exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a variação térmica de coberturas de fibrocimento e coberturas metálicas, instaladas em camadas simples e duplas, variando o espaçamento de 1 a 5 cm em modelos reduzidos de instalações zootécnicas, bem como, estudar a substituição da cama de frango por piso plástico suspenso, sobre a concentração de amônia e dióxido de carbono no ar, desempenho, lesões de peito, jarrete e coxim plantar, escores de higiene e locomoção em frangos de corte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Produção da carne de frango

Nos últimos anos a produção mundial de frangos de corte tem se elevado significativamente, sendo produzidos frangos cada vez mais precoces e com elevado ganho de peso (SOUZA et al., 2010). Segundo Ferreira (2005), dentre as atividades da pecuária brasileira a avicultura é a que tem apresentado maior desenvolvimento tecnológico, colocando o Brasil em posição de destaque no mundo.

Segundo a Associação Goiana de Avicultura (AGA, 2011), a produção de aves no Brasil teve seu início a partir da década de 60, com a importação de matrizes de linhagens híbridas geneticamente melhoradas dos Estados Unidos, sendo que a aquisição desse material genético de alto padrão, aliada ao melhoramento das instalações de produção, das técnicas de manejo e condições sanitárias adequadas e atendimento das exigências nutricionais das aves, propiciaram um grande desenvolvimento da avicultura nacional. De acordo com o relatório anual 2013 da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (UBABEF, 2013) a produção de carne de frango chegou a 12,645 milhões de toneladas em 2012, ocorrendo uma redução de 3,17% em relação a 2011. O Brasil manteve a posição de maior exportador mundial e de terceiro maior produtor de carne de frango, atrás dos Estados Unidos e China. Do volume total de frangos produzido no país, 69% foi destinado ao consumo interno, e 31% para exportações. Com isto, o consumo per capita de carne de frango atingiu 45 quilos. Ainda segundo o mesmo relatório da UBABEF (2013), a maior produção nacional de carne de frango encontra-se no estado do Paraná, com uma produção aproximada de mais de 30,4% do total nacional em 2013, seguido dos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo, responsáveis por 17,3%, 14,1% e 12,9%, respectivamente.

Vale ressaltar que, os principais importadores de proteína animal possuem normativas específicas referentes às boas práticas pautadas no bem-estar, acompanhadas por forte tendência dos consumidores em adquirir produtos desenvolvidos a partir de princípios éticos e com qualidade garantida desde a

origem, ou seja, com a observação de todas as etapas dos sistemas de produção (NAZARENO et al., 2011).

2.2. Importância dos fatores ambientais na produção de aves

Em países de clima tropical, como o Brasil, os principais fatores limitantes para o bem estar das aves para se alcançar uma alta produtividade, são os fatores ambientais, que incluem altas temperaturas e elevada umidade dentro das instalações, ocasionando estresse ao animal e, conseqüentemente, diminuição da produção (SOUSA, 2005). A sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo pelo diferencial de temperatura entre o animal e o ambiente, complementada pelos mecanismos termorreguladores. O calor é produzido pelo corpo através do metabolismo e sua perda é menor em temperaturas elevadas do que em temperaturas mais baixas (GOMES, 2007).

A zona de conforto térmico do animal varia de acordo com a idade. Na idade de 1 a 7 dias, encontra-se entre 31°C e 33°C; de 35 a 42 dias a zona de conforto encontra-se entre 21°C e 23°C. Estes dados são válidos para UR de 65 a 70%, e nessas condições, os sistemas de regulação de temperatura do animal atuam com menor gasto energético, promovendo ganho de peso e conversão alimentar mais eficientes (MACARI, 1996). Segundo Ferreira (2005), aves adultas apresentam melhor produção em ambientes com umidade relativa na faixa de 40 a 70%. Para Santos et al. (2005), o aumento de umidade diminui a qualidade da cama (empastamento) comprometendo a perda de calor das aves por meio da evaporação por via respiratória e favorecem a decomposição microbiana do ácido úrico, ambos prejudiciais à produção avícola. Segundo Furlan (2006), a umidade excessiva da cama, frequentemente se relaciona a pouca espessura do substrato e ao derramamento de água, criando condições favoráveis para a produção de amônia e propiciando o crescimento de agentes patogênicos.

A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior a umidade relativa, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da

frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

De acordo com Sevegnani (2001), a ventilação é um meio eficiente de reduzir a temperatura dentro das instalações avícolas por aumentar as trocas térmicas de convecção e de renovar a oxigenação do ambiente. Para Ronchi (2004), a falta de ventilação pode ocasionar o aumento da umidade relativa do ar, aumento na concentração de gases tóxicos como amônia e dióxido de carbono, aumento na concentração de poeira e baixa concentração de oxigênio disponível. Por outro lado, o excesso de ventilação pode causar diminuição da temperatura ambiental, excesso de corrente de ar sobre as aves, descompensação metabólica e aumento do custo operacional. Segundo Barnwell e Rossi (2003), a velocidade do ar ideal no interior de uma instalação para produção de aves de corte deve estar entre 2,29 e 2,41 m/s.

2.3. Zona termoneutra ou zona de termoneutralidade

A instalação deve promover um ambiente confortável ao animal, sem que seja necessário o dispêndio de energia na conservação ou dissipação do calor. Nesta situação, o animal se encontra dentro da zona de conforto térmico ou zona de termoneutralidade (ABREU, 2004), possibilitando a expressão do seu máximo potencial produtivo (NAZARENO, 2009). Cada espécie animal possui uma zona de conforto térmico diferente, variando ainda dentro da espécie em função da idade, nível nutricional, fase de produção, genética, etc. Para aves recém-nascidas a zona de termoneutralidade ou zona termoneutra (Figura 1) encontra-se em torno de 32°C a 35°C, enquanto que para aves adultas a zona de conforto térmico encontra-se entre 18°C e 28°C (BAÊTA e SOUZA, 2010).

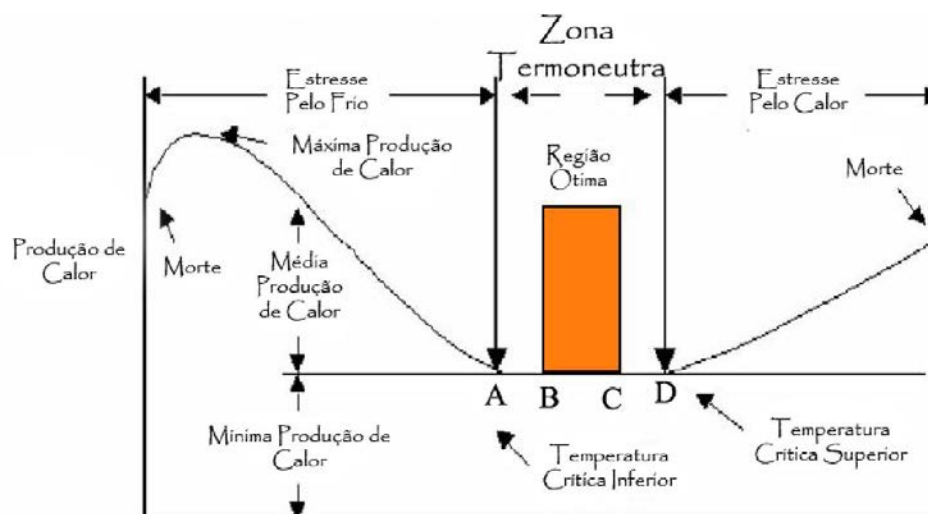


Figura 1 - Zona de termoneutralidade ou zona termoneutra.
Fonte: SOUSA (2005).

Quando o animal encontra-se fora da sua zona de conforto térmico há um comprometimento da produção, podendo ocorrer problemas com altas taxas de mortalidade, saúde do animal, redução no ganho de peso e qualidade do produto final (RODRIGUES, 2010). Conhecer e garantir o bem-estar das aves no sistema de criação sempre foi importante, pois isso afeta diretamente a produção das aves. Considerando as pequenas margens de lucro do produtor, o bem-estar das aves pode significar a viabilidade econômica no negócio (PEREIRA et al., 2007).

O estresse térmico não pode ser relacionado apenas com o excesso de calor externo no ambiente de criação. Cada animal tende a expressar mudanças de comportamento quando se encontra em situação de estresse calórico. As aves abrem o bico (Figura 2) e aceleram a taxa de respiração, consomem mais água, abrem as asas com o objetivo de aumentar a superfície de dissipação de calor por convecção e em situação de estresse severo tendem a ficar prostradas (Figura 3) (FERREIRA, 2005).



Figura 2 - Aves com bico aberto devido ao estresse calórico.
Fonte: Arquivo Pessoal (2010).



Figura 3 - Aves prostradas devido ao estresse calórico.
Fonte: Arquivo Pessoal (2010).

2.4. Bem-estar animal

Existem diversas definições para bem-estar animal. Em 1976, Huges definiu o bem-estar animal como “o estado do organismo em que há harmonia física e mental entre o organismo e seu ambiente”. Mais tarde Broom (1991) definiu o bem-estar animal como “o estado do organismo durante as suas tentativas de se ajustar ao seu ambiente”. Cada vez é mais evidente a importância de se criar animais em situação de bem-estar, já que se sabe que animais criados nessa situação apresentam melhor desempenho, qualidade de carne e um maior valor agregado. (NÃÃS et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2008). É crescente a convicção dos

consumidores de que os animais destinados a produção de alimentos devam ser bem tratados. As campanhas movidas por diferentes segmentos e a pressão de um número crescente de organizações não-governamentais sensibilizaram a opinião pública em muitos países para esse aspecto, o que originou progressos legislativos consideráveis (ALVES et al., 2007).

De acordo com a Welfare Quality (2009), sociedade que trabalha com bem-estar, existe quatro princípios que norteiam o bem-estar animal, sendo eles: a) boa alimentação, no qual o animal não deve passar por fome ou sede durante um período prolongado, b) boa instalação, que inclui um ambiente adequado, com temperatura adequada e que o animal possa se movimentar, c) apresentar boa saúde, ou seja, livre de injúrias, doenças e manejo correto, e d) um ambiente adequado, onde os animais possam expressar seus comportamentos naturais e sociais, além de uma boa relação humano-animal e livre de estresse em geral.

Para Silva (2012), alguns fatores, como o adensamento adequado por espaço físico, a relação máxima de comedouro e bebedouro por ave e as condições ambientais com controle dos efeitos estressantes, não foram devidamente analisados para a criação em alta densidade de frangos de corte em climas tropicais, podendo ser um fator que contribui para uma situação de baixo bem-estar para as aves.

Sabe-se que na criação de frangos de corte, boa parte dos princípios de bem-estar animal são quebrados, já que os animais são criados em um ambiente reduzido, em alta densidade, não podendo expressar seus comportamentos naturais, se movimentar, além de um elevado teor de amônia e outros gases que podem ser tóxicos no ar da instalação de produção. De acordo com Paganini (2004), a qualidade da cama é fator determinante de lesões de patas e peito, além de importante causa de condenações dessas partes no abatedouro, resultando em grande perda econômica. Estevez (2007) verificou que a prática de alojar aves em alta densidade promove uma redução do desempenho da ave, quanto ao consumo de ração e conversão alimentar, além de maiores incidências de lesões, dermatites, problemas na tíbia e discondroplasia.

2.5. A importância da cobertura em uma instalação avícola

Em uma instalação de produção, o ambiente térmico é muito influenciado pelo telhado, pois este absorve grande parte da energia proveniente da radiação solar e transmite para o interior das edificações, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna. Tal fato se deve à grande área de interceptação de radiação (MICHELS, 2007). De acordo com Sampaio et al. (2011), em áreas não cobertas as variações de temperatura tendem a acompanhar a variação da temperatura ambiente local, enquanto no interior das instalações há um comportamento térmico mais suave no decorrer do dia, pois a cobertura ameniza as variações e não deixa a flutuação térmica ocorrer de forma abrupta. Entre as características do telhado que influenciam no ambiente térmico no interior de uma instalação, destaca-se o material constituinte das telhas, sua natureza superficial e a existência e efetividade de isolantes térmicos e forros (DAMASCENO, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2008).

SILVA et al. (1990) estudaram a influência de diferentes tipos de telhas no ambiente térmico de aviários (telha de barro, cimento-amianto simples de 6 mm e dupla camada de telha de cimento-amianto (6 mm) com uma camada de ar de 4 cm), e verificaram que a cobertura de cimento amianto com colchão de ar apresentou eficiência próxima à da telha de barro, demonstrando a eficiência na utilização de camadas duplas desse tipo de cobertura na melhoria do ambiente térmico no interior de uma instalação.

Em estudo realizado por Sampaio et al. (2011), verificou-se que a utilização de telhas metálicas não favorecem o ambiente térmico, apresentando amplitude térmica durante o dia de até 11 °C superior em relação às outras telhas estudadas, o que é inconveniente, pois os ambientes com essa telha poderão apresentar bolsões de calor e alta desuniformidade de temperatura ambiente durante o dia. Resultado semelhante foi observado por Conceição (2008), que ao comparar o sombreamento promovido por telhas de fibrocimento, galvanizadas e com tela de polipropileno (80%), verificou que o melhor desempenho foi obtido na cobertura de fibrocimento, enquanto a cobertura galvanizada apresentou situação de maior desconforto térmico, semelhante à apresentada pela tela de polipropileno.

Pereira (2007) também comparou diferentes tipos de telhas (telhas de cerâmica, telhas de cimento com polpa celulósica e fibrocimento com fibras de PVA) na melhoria do ambiente térmico em instalações de produção avícola, verificando que tanto as telhas reforçadas com fibras naturais ou artificiais apresentaram comportamento térmico semelhante ao apresentado pela cobertura de cerâmica, sendo compatíveis as necessidades de criação. Jacomé (2007) comparou a utilização de telhas de cerâmica e telhas de fibrocimento em instalações de criação de aves de postura, e observou valores de índices térmicos significativamente menores em galpões utilizando telhas de cerâmica, enquanto as telhas de fibrocimento proporcionaram uma situação de maior desconforto térmico às aves de postura. Resultado semelhante foi encontrado por Fiorelliet al. (2009), que ao compararem diferentes tipos de coberturas em modelos reduzidos de galpões avícolas por meio de índices de conforto térmico, verificaram que a cobertura de cerâmica apresentou melhor desempenho em comparação com a cobertura de fibrocimento favorecendo a situação de conforto térmico no interior da instalação.

Furtado et al. (2010), ao avaliarem o ambiente térmico no interior de galpões avícolas com a utilização de telha cerâmica e de fibrocimento, não observaram diferença significativa entre as coberturas para a temperatura ambiente. Resultado semelhante foi observado por Oliveira et al. (2005) (1), que ao estudarem o comportamento térmico de apriscos com telhas de barro e de fibrocimento, não observaram diferença significativa na temperatura do ar. Tonoli (2006) ao estudar o comportamento térmico de telhas onduladas produzidas com diferentes teores de fibras naturais (polpa de sisal) e artificiais (fibras de polipropileno), verificou que, telhas onduladas produzidas com a utilização do amianto, possuem desempenho térmico inferior ao apresentado pelos demais tipos de coberturas, apresentando situação de maior desconforto para o animal.

Fiorelliet al. (2010) avaliaram o ambiente térmico em quatro protótipos de galpões avícolas com diferentes tipos de coberturas (fibrocimento, telha cerâmica, telha cerâmica pintada de branco e telha reciclada à base de embalagens longa vida (Tetra Pak), sendo observado o melhor resultado para a telha cerâmica pintada de branco e resultado inferior para a telha de fibrocimento, com os maiores valores de

índices de conforto térmico, apresentando a telha reciclada índices de conforto semelhantes àqueles encontrados para as telhas cerâmicas.

2.6. Ambiente aéreo

Outro fator extremamente importante para o bem-estar animal é a qualidade do ar. Segundo NÄÄS et al. (2007), a qualidade do ar em ambientes de produção animal vem sendo referenciada como ponto de interesse em estudos de sistema de controle ambiental, focando tanto a saúde dos animais que vivem em total confinamento, quanto a dos trabalhadores que permanecem de 4 a 8 horas por dia nesse ambiente de trabalho. De acordo com Owada et al. (2007), um dos poluentes aéreos mais presentes em galpões de criação de frangos de corte é a amônia. A variação na concentração de amônia é influenciada pela temperatura, umidade, densidade animal e taxa de ventilação (KOCAMAN et al., 2006).

Para Medeiros (2007), a alta concentração de amônia em instalações de produção de frangos de corte influencia negativamente tanto o ambiente criatório como as comunidades urbanas próximas a eles, causando quedas na produção e aumento nos casos de doenças. De acordo com Terzichet al. (2000), a produção de frangos de corte gera uma enorme quantidade de resíduos ricos em nitrogênio, fósforo, potássio e minerais como cobre e zinco, que com a rápida decomposição dentro e fora da instalação geram problemas adicionais com pó, amônia, pequenas quantidades de sulfeto de hidrogênio e outros compósitos orgânicos voláteis que aumentam os odores (Nahm, 2000; Seiffert et al., 2000; Williams et al., 1999).

2.7. Influencia da cama no desempenho e qualidade do ar

Segundo Cavalcanti et al. (2010), para se ter um bom manejo na avicultura, é importante escolher a cobertura do piso (cama) dos aviários optando por um material de boa qualidade com relação a absorção, maciez, não toxicidade e que libere pouca quantidade de poeira. A cama apresenta grande impacto na qualidade

e produtividade do frango de corte, tendo a função de absorver umidade, diluir uratos e fezes, fornecer isolamento térmico e proporcionar uma superfície macia para as aves, evitando a formação de lesões cutâneas no coxim plantar, jarrete e peito (Hernandes e Cazetta, 2001). O teor de umidade da cama, quando elevado, propicia o crescimento e desenvolvimento de bactérias e fungos que poderão contaminar os frangos.

Alguns estudos têm sido conduzidos com o objetivo de estudar diferentes tipos de materiais de cama no desempenho da ave e na qualidade do ar da instalação. Avila et al. (2008) estudaram diferentes tipos de camas (maravalha; casca de arroz; sabugo de milho triturado; capim-cameron picado; palhada de soja picada; resto da cultura do milho picado e serragem) sobre o desempenho de frangos de corte, e observaram que não houve efeito do tipo de cama no desempenho das aves, o que possibilita a inserção de novos materiais no sistema de produção.

Em estudo conduzido por Oliveira et al. (2005) (2), verificou-se que a maravalha apresenta características superiores a serragem quando utilizada em cama de frango, sendo observados menores valores de umidade e amônia volatizada na cama de maravalha em comparação com a cama de serragem.

Santos et al. (2000) ao estudarem quatro materiais usados como cama (cepilho de madeira, casca de arroz, casca de café e sabugo de milho triturado) e duas granulometrias (inteira e moída), no desempenho de frangos de corte verificaram que os materiais de cama não afetaram o desempenho das aves.

Oliveira e Carvalho (2002) ao avaliarem o rendimento e a produção de carne total e a incidência de lesões no peito, joelho e coxim plantar na carcaça de aves submetidas a dois tipos de cama (resíduo da cultura de girassol e feno de braquiária), não observaram efeito do tipo de cama, sobre o peso, rendimento de carcaça e de cortes e lesões no peito, joelho e coxim plantar.

Segundo Oliveira et al. (2011), com o aumento da produção animal sobre cama (aves e suínos), a disponibilidade de maravalha diminuiu, passando a existir indústrias que processam madeira exclusivamente para a obtenção da maravalha, ocorrendo assim um aumento significativo no valor da mesma. De acordo com Carneiro et al. (2004), a cama de frango representa 20% dos custos variáveis do

produtor. Atualmente grande parte dos produtores tem reutilizado a cama na produção de frangos de corte por diversas vezes com o objetivo de diminuir os custos com a aquisição de camas novas e aumentar a quantidade de nutrientes presentes na cama, para posterior utilização como biofertilizante na agricultura (CARVALHO et al., 2011). Porém, Gonzáles e Saldanha (2001) e Carvalho et al. (2011), constataram que a reutilização da cama de frango promove um aumento na concentração de amônia no interior das instalações de produção. Oliveira et al. (2003), observaram maiores níveis de amônia volatilizada na cama submetida a duas criadas em relação àquela com um ciclo de criação. Para Medeiros et al. (2008), a reutilização de cama por diversos ciclos de criação pode potencializar ainda mais os efeitos indesejáveis da amônia.

De acordo com Weitzenburger et al. (2006), se o substrato no qual o animal for criado não for adequado, podem aparecer pododermatites e lesões, devido a presença de excrementos molhados, sendo que ainda de acordo com Mearns (2007) e Scott (2007), essa presença de excrementos pode causar uma forte contaminação, podendo ser fonte de doenças para os animais. Outro fator importante é a aderência do piso, sendo que de acordo com Boyle et al. (2000), pisos escorregadios fazem com que os animais mudem o comportamento, em relação a postura e locomoção, sendo aconselhado pisos que promovam maior aderência da superfície da pata do animal.

Em alguns países como China e Estados Unidos, um novo sistema tem sido estudado, e consiste em criar os frangos de corte em pisos plásticos elevados, semelhantes aos utilizados na criação de suínos. Com isso objetiva-se diminuir os problemas gerados pela utilização da cama, melhorando a qualidade do ar na instalação de produção, já que os dejetos produzidos pelas aves são eliminados periodicamente, evitando o acúmulo de matéria orgânica e resíduos que possam causar o aumento de gases e odores no galpão. Apesar de parecer uma boa solução para adequação do sistema de produção, ainda existe uma ausência de estudos sobre esse tipo de tecnologia e o efeito dela na criação de aves. É preciso saber se a utilização desse sistema é realmente viável, se promove um aumento da produtividade, se proporciona uma melhora significativa na qualidade do ar no ambiente de produção, reduzindo a quantidade de poeira, amônia e outros gases

tóxicos, e se não ocasiona lesões cutâneas nas regiões do peito, joelho e coxim plantar.

2.8. Modelos reduzidos

O uso de modelos reduzidos de abrigos para avaliação de instalações de produção animal tem como principal limitação a impossibilidade de realizar os testes em condições de produção, sendo apenas possível a simulação do calor dissipado pelos animais e da umidade adicionada ao meio. Para a avaliação do comportamento térmico do projeto, entretanto, a realização de experimentos deste tipo apresentam várias vantagens, como o baixo custo de material, mão de obra e tempo envolvido. Outro fator importante é a possibilidade de otimização do produto, uma vez que quaisquer alterações para melhorar o desempenho do projeto podem ser realizadas com maior facilidade e menor custo (JENTZSCH, 2002).

De acordo com Koltzsch e Walden (1990) citados por Jentzch (2002), a qualidade está diretamente relacionada com o nível de detalhamento e dos materiais empregados na confecção do modelo. Quanto mais exata for à reprodução dos detalhes geométricos e das propriedades termo físicas dos materiais do protótipo, maior será a similitude de comportamento entre eles.

De acordo com Glenn Murphy (1950), os modelos podem ser divididos em quatro tipos gerais:

- Modelos verdadeiros: todas as características relevantes são reproduzidas em escala e atendem a todos os critérios de projeto e condições de operação;
- Modelos adequados: permitem uma predição acurada de uma característica, mas não permitem necessariamente uma predição acurada de outras características;
- Modelos distorcidos: são aqueles em que alguns critérios de projeto são violados, tornando necessária a correção da equação de predição;
- Modelos dissimilares: são aqueles em que o original e o modelo apresentam qualidades físicas básicas distintas, mas têm em comum características funcionais e estruturais.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGA. Associação Goiana de Avicultura. Avicultura de Corte (2011). Disponível em: <<http://www.agagoias.com.br/site/>>. Acesso em: 26 fev. 2011.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Conforto térmico para aves. Comunicado técnico. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Concórdia – SC. 2004. 5p.
- ALVES, S. P.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.36, n.5, p.1388-1394, 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. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.37, n.2, p.273-277, 2008.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – Conforto animal. 2º Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.
- BARNWELL, R.; ROSSI, A. Maximização da performance em períodos quentes. Avicultura Industrial, v.11, p.72-80, 2003.
- BEKER, A., VANHOOSER, S.L., SWARTZLANDER, J.H., TEETER, R.G. Atmospheric ammonia concentration effects on broiler growth and performance. Journal of Applied Poultry Research v.13, p.5–9, 2004.
- BOYLE, L.A., REGAN, D., LEONARD, F.C., LYNCH, P.B., BROPHY, P. The effect of mats on the welfare of sows and piglets in the farrowing house. Animal Welfare, v.9, p.39–48, 2000.

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal Animal Science*, v.69, p.4167-4175, 1991.

CANEPPELE, L.B.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; VASCONCELLOS, A.B. Avaliação da eficiência energética e custo benefício no uso de coberturas metálicas em supermercados empregando o software energypplus. *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, v.9, n.9, p.1971-1979, 2013.

CAVALCANTI, R. A.; GRANER, D.F.; ANDRADE, F.F.; ALMEIDA, A.M.; RODRIGUES, E.A. Influência de Diferentes Tipos de Camas no Desempenho de Frangos de Corte na Terceira Semana do Lote. In: Terceiro Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica. Anais... Uberaba, 2010.

CARMO, T. J. D.; Planejamento de instalações para bovinos leiteiros e seu impacto na saúde animal. 2008. 90p. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2008.

CARNEIRO, S.L.; ULBRICH, A.C.; FALKOWSKI, T.; CARVALHO, A.; SOARES JÚNIOR, D.; LLANILLO, R.F. Frango de Corte, Integração Produtor/Indústria (2004). Disponível em:

<http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/redereferencia/pp_modnortefrango.pdf>.

Acesso em: 21/08/2011.

CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D.J.; SOUZA,Z.M.; SOUZA, G.S.; BUENO, L.G.F. Qualidade da Cama e do Ar em Diferentes Condições de Alojamento de Frangos de Corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, abril. 2011.

- CONCEIÇÃO, M. N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008, 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- DAMASCENO, F. A. Avaliação de Telhas Ecológicas e sua Influência no Ambiente Térmico de Modelos Físicos de Galpões Avícolas. 2008. Monografia (Especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria – Pós-Graduação Lato Sensu) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ESTEVEZ, I. Density allowances for broilers: where to set the limits? Poultry Science, v.86, p.1265-1272, 2007.
- FERREIRA, R. A. Maior Produção com Melhor Ambiente Para Aves, Suínos e Bovinos. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- FIORELLI, J.; MORCELI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, PB, v.13, n.2, p.204-209, 2009.
- FIORELLI, J.; FONSECA, R.; MORCELI, J. A. B.; DIAS, A. A. Influência de diferentes materiais de cobertura no conforto térmico de instalações para frangos de corte no oeste paulista. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.5, p.986-992, 2010.
- FIORELLI, J.; KAWABATA, C.Y.; OLIVEIRA, C.E.L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; ROSSIGNOLO, J.A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. Ciência Rural, v.42, n.1, pp. 64-67, 2012.
- FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA 7, Chapecó, 2006, Anais... EMBRAPA -

- Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves, Chapecó, SC, Brasil, 2006, p. 104-135.
- FURTADO, D. A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices de Conforto Térmico e Concentração de Gases em Galpões Avícolas no Semiárido Paraibano. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.
- GLENN MURPHY, C. E. *Similitude in engineering*. New York: Ronald Press, 1950. 302p.
- GOMES, R.C.C. Conforto térmico para aves em diferentes coberturas utilizando materiais alternativos. 2007. 62p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. 2007.
- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. *Anais...* Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.824-829, 2001.
- HUGHES B.O. Behaviour as an index of welfare. *Proc. V. Europ. Poultry Conference*, Malta, pp. 1005-1018, 1976.
- JACOMÉ, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. Avaliação de Índices de Conforto térmico de Instalações para Poedeiras no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.5, p.527-531, 2007.

- JENTZSCH, R. Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas. 2002. 103 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2002.
- JONES, E.K.M., WATHES, C.M., WEBSTER, A.J.F. Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied Animal Behaviour Science*, v.90, p.293–308, 2005.
- KOCAMAN, B.; ESENBUGA, N.; YILDIZ, A. et al. Effect of environmental conditions in poultry houses on the performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, v.5, n.1, p.26-30, 2006.
- MACARI, M. Água na avicultura industrial. FUNEP, Jaboticabal, 1996. p.128.
- MEARNS, R. Other infectious causes of abortion. In: Aitken, I.D. (Ed.), *Diseases of Sheep*, Fourth Ed. Blackwell, Oxford, England, UK, pp. 127–136, 2007.
- MEDEIROS, C. M. Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. 2001. 115 p. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MEDEIROS, R. Aspergilose: risco biológico potencial para a população de Pinheiral-RJ. 2007. 44 p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) – Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Barra Mansa, 2007.
- MEDEIROS, R.; SANTOS, B.J.M.; FREITAS, M.; SILVA, O.A.; ALVES, F.F.; FERREIRA, E. A Adição de diferentes produtos químicos e o efeito da umidade na volatilização de amônia em cama de frango. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.8, p.2321-2326, Nov, 2008.

- MICHELS, C. Análise da Transferência de Calor em Coberturas com Barreiras Radiantes. 2007. 119 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECOM, P. R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento amianto e suas diferentes associações. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.
- NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F.; MOURA, D. J.; SILVA, R. B. T. R. Princípios de bem-estar animal e sua aplicação na cadeia avícola. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. FACTA, p.12-25 Santos, Brasil, 2008.
- NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. Ambiência Aérea em Alojamentos de Frangos de Corte: Poeiras e Gases. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.2, p.326-335, maio/ago, 2007.
- NAHM, K. H. A strategy to solve the environmental concerns caused by poultry production. World's Poultry Science Journal, v.56, p.379-388, 2000.
- NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.13, n.6, p.802-808, 2009.
- NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; VIGODERIS, R. B.; PEDROSA, E. M. R. Bem-estar na produção de frangos de corte em diferentes sistemas de criação. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.1, p-13-22, jan./fev, 2011.

- OLIVEIRA, M.C.; CARVALHO, I.D. Rendimento e Lesões em Carcaça de Frangos de Corte Criados em Diferentes Camas e Densidades Populacionais. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.5, p.1076-1081, set./out., 2002.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.951-954, 2003.
- OLIVEIRA, F. M. M.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; MEDEIROS, A. N. Parâmetros de conforto térmico e fisiológico de ovinos Santa Inês, sob diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, p.631-635, 2005. (1)
- OLIVEIRA, M.C.; BENTO, E.A., CARVALHO, F.I.; RODRIGUES, S.M.M. Características da Cama e Desempenho de Frangos de Corte Criados em Diferentes Densidades Populacionais e Tipos de Cama. *ARS Veterinária*, Jaboticabal, SP, v.21, n.3, p.303-310, 2005. (2)
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.G.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. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- OLIVEIRA, C.B.; BORTOLI, E.C.; BARCELLOS, J.O.J. Diferenciação por qualidade da carne bovina: a ótica do bem-estar animal. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, n.7, p.2092-2096, 2008.
- OLIVEIRA, P.A.V.; NUNES, M.L.A.; MORES, N.; AMARAL, A.L. Perguntas e Respostas – Sistema de Cama Sobreposta. Embrapa. Disponível em:

<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_q6r64n8f.pdf>.

Acesso em: 21/08/2011.

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. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.611-618, 2007.

PAGANINI, F.J. Manejo da cama. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA; 2004. cap. 7, p.107-116.

PEREIRA, C. L. Avaliação do conforto térmico e do desempenho de frangos de corte confinados em galpão avícola com diferentes tipos de coberturas. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2007.

PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.J.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.596-610, set./dez. 2007.

RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B.; FILHO, J. M. P. Influência do Sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. *ACSA – Agropecuária Científica no Semi- Árido*, v.6, n.2, p.14-22, abril/junho 2010.

RONCHI, C. Principais práticas de manejo para aves recém nascidas (2004).

Disponível em:

<<http://centrodepesquisasavicolas.files.wordpress.com/2011/03/manejo-de-aves-recc3a9m-nascidas.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

- SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.2, p. 230-236, 2011.
- SANTOS, É.C.; COTTA, J.T.B.; MUNIZ, J.A.; FONSECA, R.A.; TORRES, D.M. Avaliação de alguns materiais usados como cama sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.14, n.4, p.1024-1030, 2000.
- SANTOS, T. M. B.; LUCAS JÚNIOR, J.; SAKOMURA, N. K. Efeitos de densidade populacional e da reutilização da cama sobre o desempenho de frangos de corte e produção de cama. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, p. 45-52, 2005.
- SCOTT, P.R. Listeriosis. In: Aitken, I.D. (Ed.), *Diseases of Sheep*, Fourth Ed. Blackwell, Oxford, England, UK, 605 p., 2007.
- SEIFFERT, N.F. Planejamento da atividade avícola visando qualidade ambiental. In: *Proceedings do Simpósio sobre resíduos da Produção Avícola*. Concórdia, SC., Brasil. pp. 1-20, 12 Abril, 2000.
- SEVEGNANI, K. B.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MACARI, M.; NÄÄS, I. A. Perdas de calor sensível e latente em frangos de corte aos 49 dias, expostos à ventilação forçada. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38, Anais...FEALQ. Piracicaba. p. 16-17, 2001.
- SILVA, I.J.O.; GUELFILHO, H.; CONSIGLEIRO, F.R. Influências dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos. In: *Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, 19, 1990, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 1990. p.93-106.
- SILVA, R.B.T.R. Itens normativos de Bem-Estar Animal e a produção brasileira de frangos de corte. 2012, 97 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Pós

Graduação em Engenharia Agrícola da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. 2012.

SOUSA, P. Avicultura e clima quente: Como administrar o bem estar às aves?

Pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Área de transferência de tecnologia, 2005.

SOUZA, L.M. G.; MURAKAMI, A. E.; FERNANDES, J. I. M.; GUERRA, R. L. H.;

MARTINS, E. N. Influência do cromo no desempenho, na qualidade da carne e no teor de lipídeos no plasma sanguíneo de frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v,39, n.4, p.808-814, 2010.

TERZICH, M.; POPE, M.J.; CHERRY, T.E.; HOLLINGER, J. Survey of pathogens in poultry litter in the United States. Journal of Applied Poultry Research, v.9, n.2, p.287-291, 2000.

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.

TONOLI, G. H. D. Aspectos produtivos e análise do desempenho do fibrocimento sem amianto no desenvolvimento de tecnologia para telhas onduladas. 2006. 156 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2006.

UBABEF. Relatório Anual 2013. Disponível em:

<http://www.ubabef.com.br/images/set_down.png>. Acesso em: 21/10/2013.

VIGODERIS, R. B. Ambiência e Bem-estar em Instalações Zootécnicas - Aplicações Práticas. In: Jornada Universitária da Unidade Acadêmica de Garanhuns, 1. Garanhuns - Pernambuco, 2007.

VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; HOLANDA, M.C. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.

WEITZENBÜRGER,D.; VITS,A.; HAMANN,H.; HEWICKER-TRAUTWEIN,M.; DISTL,O. Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. British Poultry Science v.47, p.533–543. 2006.

WELFARE QUALITY. Poutry Protocol 2009. Disponível em:

<<http://www.welfarequalitynetwork.net/downloadattachment/45627/21652/Poultry%20ProtProt.pdf>>.Acesso em: 21/09/2013.

WILLIAMS, C.M.; BARKER, J.C.; SIMS, J.T. Management and utilization of poultry wastes. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, v.162, p.105-157, 1999.

CAPÍTULO 2 - ESTUDO DE DIFERENTES COBERTURAS E ESPAÇAMENTOS ENTRE CAMADAS DUPLAS SOBRE A TEMPERATURA SUPERFICIAL DA TELHA E DO AMBIENTE

RESUMO: A cobertura tem papel fundamental em uma instalação, sendo capaz de impedir que grande parte da radiação solar penetre e eleve a sua temperatura. O presente experimento foi conduzido na Unesp, Câmpus de Jaboticabal, com o objetivo de avaliar a eficiência da instalação de dois tipos de coberturas (Metálica e Fibrocimento) em camadas simples e duplas, variando espaçamento entre camadas duplas de 1cm a 5cm. Como repetição adotou-se os dias de coleta e o número de protótipos, totalizando 30 repetições para cada tratamento (2 protótipos x 15 dias de coleta). No total utilizaram-se 12 tratamentos (telhas x espaçamentos), com dois protótipos para cada tratamento. Foram instalados sensores de temperatura na parte inferior da cobertura e no centro do modelo, obtendo-se a Temperatura da Superfície Interna das coberturas (TSI) e a Temperatura Ambiente (TA) no interior do modelo. Os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIX do SAS (Statistical Analysis System), considerando os horários de medição para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Scott-Knott a 1% de significância. Para TSI observou-se uma diferença de 11,3°C às 14h entre a telha metálica simples (42,9°C) e em camada dupla com 5cm de espaçamento (31,6°C), e diferença de 7,6°C entre a telha de fibrocimento simples (39,3°C) e com 5cm entre camadas duplas (31,7°C). Para TA observou-se valor máximo para a telha metálica simples (36,1°C) e mínimo para a camada dupla com 5cm de espaçamento (30,8°C). Para fibrocimento, observou-se para camada simples 35,4°C e para 5 cm de espaçamento 30,9°C. A utilização de telha metálica e de fibrocimento em camadas duplas foi eficiente, promovendo decréscimo nos valores de TSI e TA no modelo estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Telha, Ambiência, Conforto térmico, Bem-estar animal

CHAPTER 2 - STUDY OF THE DIFFERENT COVERS AND SPACING BETWEEN DOUBLE LAYERS ON THE SURFACE TEMPERATURE OF TILE AND THE ENVIRONMENT

ABSTRACT: The cover has a fundamental role in a facility, being able to prevent much of the solar radiation to penetrate and raise your temperature. This experiment was conducted at UNESP in Jaboticabal, with the objective of evaluating the efficiency of the installation of two types of toppings (Metallic and Fibercement) in single and double layers, varying spacing between double layers of 1cm to 5cm. As repetition was adopted the collection days and the number of prototypes, totaling 30 replicates for each treatment (2 prototypes x 15 collection days). In total 12 treatments were used (tile x spacing) with two prototypes for each treatment. Temperature sensors were installed on the bottom of the cover and the center of the model, obtaining the internal surface temperature of the covers (IST) and the ambient temperature (AT) inside the model. The data were analyzed using the PROC MIX SAS (Statistical Analysis System), considering the schedules for each day of measurement assessed with variance analysis performed and Scott-Knott test at 1% significance. For IST we observed a difference of 11.3 °C at 14h between simple metal tile (42.9 °C) and double layer with 5cm spacing (31.6 °C), and difference of 7.6 °C between simple tile fiber cement (39.3 °C) and 5cm between double layers (31.7 °C). For AT was observed maximum value for the simple metal tile (36.1 °C) and minimum for the spacing of 5cm between double layers (30.8 °C). For fiber cement, was observed for single layer 35.4 °C and spacing of 5 cm 30.9 °C. The use of metal tile and fiber cement double layers was efficient in promoting a decrease in the values of IST and AT in this model.

KEY-WORDS: Tile, Ambience, Thermal comfort, animal welfare

1. INTRODUÇÃO

Em uma instalação zootécnica, o ambiente térmico é muito influenciado pelo telhado, pois este absorve grande parte da energia proveniente da radiação solar e transmite para o interior das edificações, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna (MICHELS, 2007). De acordo com Sampaio et al. (2011), em áreas não sombreadas as variações de temperatura tendem a acompanhar o clima local, enquanto no interior das instalações a cobertura ameniza as variações e não deixa a flutuação térmica ocorrer de forma abrupta. Entre as características do telhado que influenciam no ambiente térmico do interior de uma instalação, destaca-se o material constituinte das telhas, sua natureza superficial e a existência e efetividade de isolantes térmicos e forros (DAMASCENO, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2008). Para Curtis (1983), o material ideal para cobertura deve possuir superfície superior com alta refletividade solar e alta emissividade térmica e superfície inferior baixa refletividade solar e baixa emissividade térmica.

As coberturas são responsáveis por promover um ambiente mais adequado à produção animal, sendo que a utilização de abrigos com os mais diversos materiais de cobertura (sombrite, fibrocimento, etc.) promovem a diminuição de até 30% da carga térmica de radiação quando comparada a recebida pelo animal ao ar livre, melhorando a situação de conforto térmico (BAÊTA e SOUZA, 2010). Vale ressaltar que, a diminuição das condições de estresse térmico aumenta significativamente o conforto animal, resultando em uma melhor produção (PERISSINOTTO, 2006; NAVARINI, 2009). De acordo com Caneppelet al. (2013), a utilização da telha tipo sanduíche é capaz de proporcionar um ambiente térmico mais favorável, fato esse explicado pela maior capacidade térmica deste tipo de cobertura, favorecendo a inércia térmica da instalação.

Tendo em vista a importância das coberturas em instalações zootécnicas e a necessidade do desenvolvimento de novos métodos de instalação de coberturas que promovam maior conforto térmico, conduziu-se um experimento com o objetivo de avaliar a eficiência de dois tipos diferentes de coberturas instaladas em camada simples e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas, sendo analisados os valores de temperatura no ambiente e na superfície interna das coberturas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Rural situado na FCAV/Unesp Jaboticabal, a 21°15'22" S de latitude e 48°18'58" W de longitude, com altitude de 595 m. O clima, baseado na classificação de Köppen, é do tipo Awa, descrito como tropical de estiagem no inverno, com estação seca definida (abril a setembro) e concentração das chuvas nos meses de verão (outubro a março).

Foram utilizados dois tipos de coberturas, sendo telhas de fibrocimento e telhas metálicas, com dimensões comerciais de 6mm e 0,50mm respectivamente, instaladas em camadas simples e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas (1, 2, 3, 4 e 5cm), colocados sobre protótipos, constituído de caixas de isopor com dimensões internas 340 mm de altura; 741 mm de comprimento; 553 mm de largura e 100 mm de espessura, sendo que para a minimização das interferências dos ventos, os espaços deixados pela telha sobre a caixa de isopor foram vedados com espuma.

Os protótipos foram fixados em placas de cimento, a uma altura de 0,10m do solo (Figura 1), dispostos em um terreno livre de sombreamento. No total utilizaram-se 12 tratamentos (telhas x espaçamentos) (Tabela 1), com dois protótipos para cada tratamento, sendo estudadas as telhas simples (sem utilização de camadas duplas) e instaladas em camadas duplas com diferentes espaçamentos entre telhas (Figura 2). Como repetição adotaram-se os dias de coleta e o número de protótipos, totalizando 30 repetições para cada tratamento (2 protótipos x 15 dias de coleta).

Figura 1 – Esquema de montagem dos protótipos



Tabela 1 – Esquema dos tratamentos experimentais

MS	Metálica Simples (Camada simples)
MD1	Metálica com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
MD2	Metálica com espaçamento de 2cm entre camadas (Camada dupla)
MD3	Metálica com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
MD4	Metálica com espaçamento de 4cm entre camadas (Camada dupla)
MD5	Metálica com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)
FS	Fibrocimento Simples (Camada simples)
FD1	Fibrocimento com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
FD2	Fibrocimento com espaçamento de 2cm entre camadas (Camada dupla)
FD3	Fibrocimento com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
FD4	Fibrocimento com espaçamento de 4cm entre camadas (Camada dupla)
FD5	Fibrocimento com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)

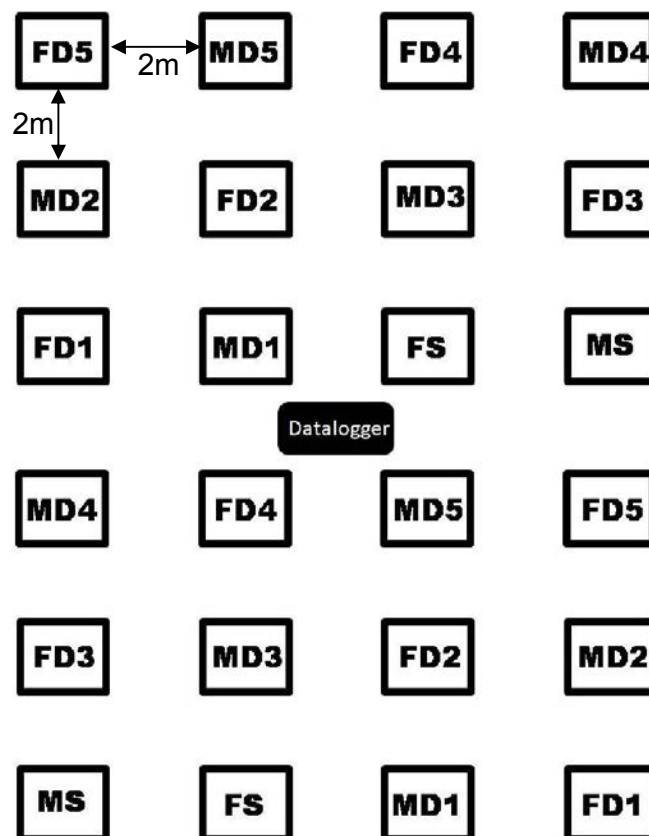


Figura 2 – Esquema de disposição dos tratamentos no local de instalação

Para a obtenção dos dados de temperatura interna em cada um dos protótipos utilizou-se 01 termopar tipo T, modelo 105 T (Figura 3a), posicionado debaixo da telha e isolado com uma placa de isopor de 60x60 mm e 12mm de espessura, e um termopar semelhante instalado no centro geométrico do protótipo. A leitura para coleta dos dados foi realizada de hora em hora, entre os meses de maio a agosto de 2013, através do sistema de aquisição de dados, Datalogger marca CAMPBELL SCIENTIFIC-INC (Figura 3b).

Figura 3 – Termopares tipo T (a) e Datalogger Campbell Scientific-INC(b)



Utilizou-se o PROC MIX do SAS (Statistical Analysis System), para análise com medidas repetidas no tempo, considerando os horários de medição para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Scott-Knott para a comparação de médias, a 1% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 4 e 5 (Tabela 2 em anexo) encontram-se os dados referentes à variação da temperatura média superficial das coberturas das 8h às 18h.

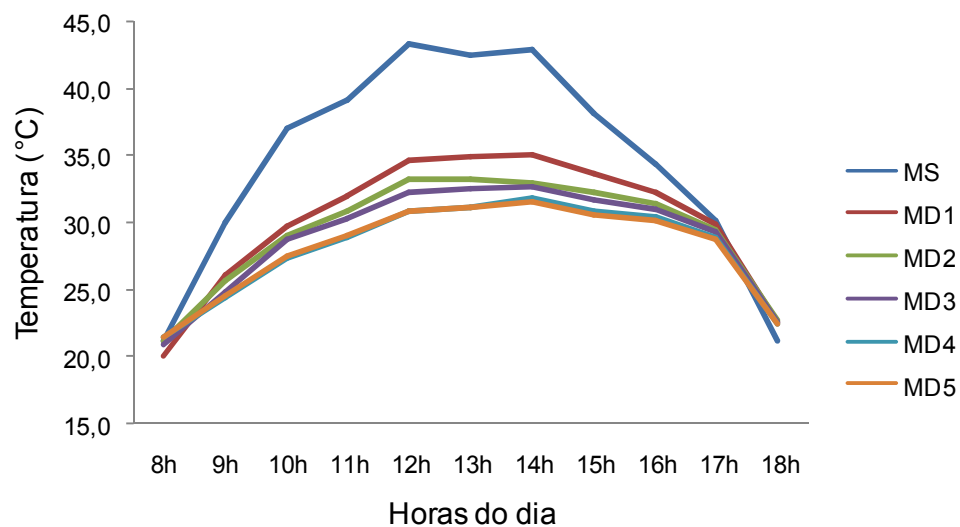


Figura 4 – Temperatura da superfície interna das telhas metálicas nos diferentes horários

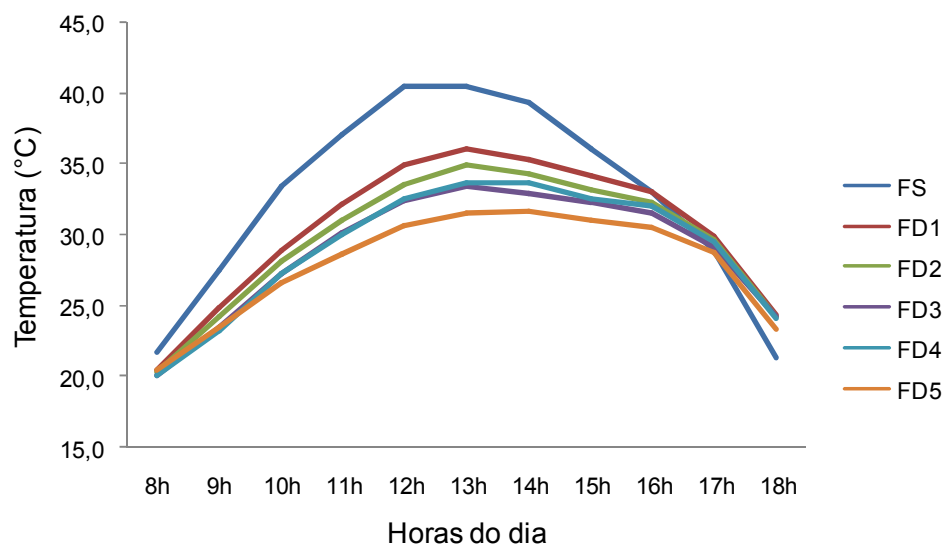


Figura 5 – Temperatura da superfície interna das telhas de fibrocimento nos diferentes horários

Verificou-se que o comportamento térmico da temperatura superficial interna (TSI) das coberturas seguiu o mesmo padrão, apresentando os menores valores nas primeiras horas do dia e assumindo seu valor máximo próximo às 14h, horário tido como o de máxima radiação solar, e posteriormente decrescendo. Tal comportamento térmico também foi verificado por Almeida e Passini (2013), que ao estudarem índices de conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas com diferentes tipos de coberturas, obtiveram uma curva de crescimento desses índices, atingindo seu valor máximo às 14h, decrescendo posteriormente. Fiorelli et al. (2012) também verificaram maiores índices de conforto térmico às 14h, sendo tal comportamento térmico justificado por ser o horário de maior radiação solar.

O uso de camadas duplas promoveu um decréscimo significativo nos valores TSI das coberturas, sendo observados valores de mais de 10°C inferiores em relação a não utilização de camadas duplas às 14h (MS e MD5). Tal fato mostra a eficiência da utilização das camadas duplas, onde a porção de ar presente entre as duas camadas de telha atua como isolante térmico, evitando que parte da energia solar seja transmitida para a superfície interna da cobertura.

Em relação à utilização de camadas simples, verificou-se que a cobertura de fibrocimento apresentou valores menores de temperatura superficial em relação a cobertura metálica, sendo observada às 14h valores de 42,9°C e 39,3°C para as coberturas metálicas e fibrocimento, respectivamente. Tal resultado está de acordo com diversos estudos, sendo resultados semelhantes encontrados por Abreu et al. (2011), que observaram menores valores de TSI em telhas de fibrocimento em relação a telhas metálicas às 14h. Fonseca et al. (2011) também obtiveram resultados semelhantes, ao estudarem coberturas de fibrocimento e zinco na melhoria do ambiente em abrigos para bezerros, verificando uma melhor eficiência térmica da cobertura de fibrocimento em relação a cobertura metálica estudada (zinco). Sampaio et al. (2011), ao estudarem temperatura superficial de telhas e sua relação com o ambiente térmico na instalação, verificaram que as telhas metálicas superaram os 53 °C na sua superfície e foram piores no conforto térmico comparado com as outras telhas estudadas.(fibrocimento e barro).

Em relação à utilização de camadas duplas, observou-se que esse mecanismo foi altamente eficiente na redução da TSI das coberturas, sendo os

menores valores observados nos tratamentos MD2, MD3, MD4, MD5, FD4 e FD5, em que a maior variação pode ser claramente observada nos horários mais quentes do dia. Observou-se redução máxima da TSI nos tratamentos com a utilização de camadas duplas, sendo os menores valores encontrados para cobertura metálica com espaçamento de 2 a 5cm, e de fibrocimento de 4 e 5cm de espaçamento. Na Figura 6 (Tabela 2 em anexo) estão representados os valores médios de TSI nos diferentes tratamentos estudados, no horário tido como crítico (14h), ou seja, de maior temperatura.

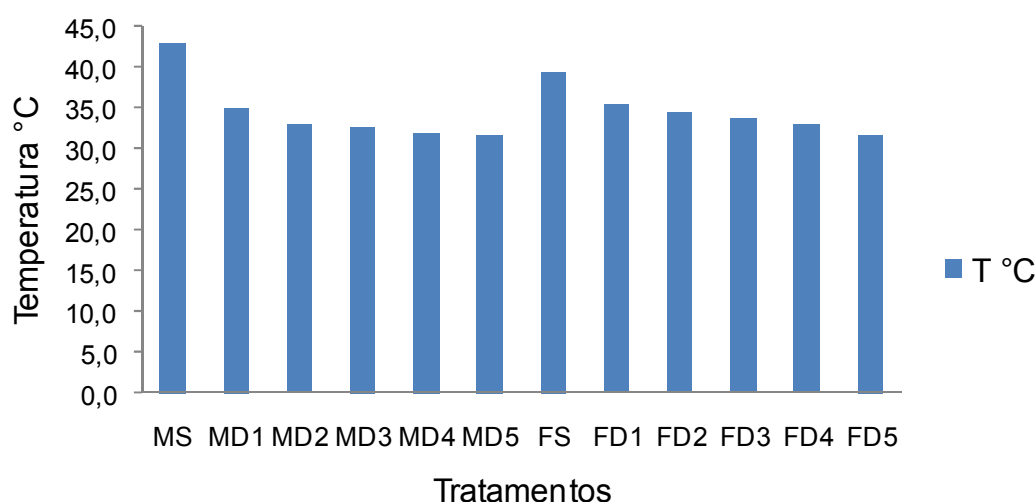


Figura 6 – Valores médios de TSI às 14h para os diferentes tratamentos

Às 14h (horário crítico) pode-se verificar claramente a eficiência dos tratamentos com a utilização de camadas duplas em relação aos tratamentos onde se utilizou apenas uma camada simples de telha. Em relação à cobertura metálica, os menores valores foram observados nos tratamentos MD2, MD3, MD4 E MD5, sendo que MD1 apresentou valor de TSI menor que MS e intermediário entre os tratamentos com a mesma cobertura. Já em relação a cobertura de fibrocimento, observou-se que, assim como nos tratamentos com cobertura metálica, os menores valores foram observados na utilização de camadas duplas em relação a utilização de camada simples, sendo os menores valores encontrados nos tratamentos FD4 e FD5, e o maior valor em FS, sendo que os demais tratamentos apresentaram valores intermediários de TSI.

Essa diminuição dos valores de TSI com a utilização de camadas duplas deve-se a formação de um bolsão de ar entre as duas camadas, que, devido à baixa condutividade térmica do ar, este atua como isolante térmico, impedindo que parte da radiação absorvida pela cobertura seja transmitida para o interior da instalação, dissipando essa energia para o meio. Vale ressaltar que, de acordo com Abreu et al. (2011), a diminuição das temperaturas superficiais das coberturas não indicam por si só conforto térmico para os animais, sendo importante medir a carga térmica de radiação recebida pelos animais sob essas coberturas.

Nas Figuras 7 e 8 (Tabela 3 em anexo) encontram-se os dados referentes à variação da temperatura média do ambiente interno dos protótipos nos diferentes tratamentos das 8h às 18h.

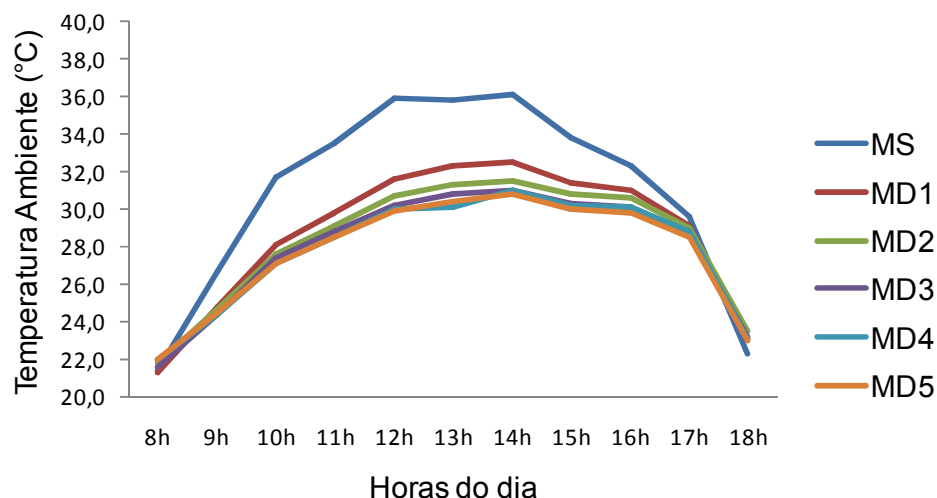


Figura 7 – Temperatura do ambiente interno dos protótipos com a utilização de telhas metálicas

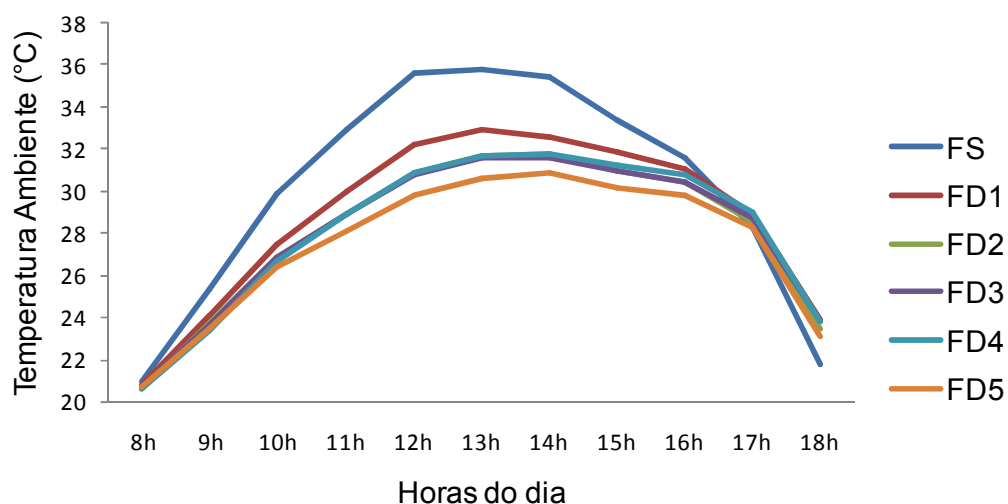


Figura 8 – Temperatura ambiente interno dos protótipos com a utilização de telhas de fibrocimento

Os valores de temperatura do ambiente (TA) seguiram o mesmo padrão observado para TSI, sendo às 14h foram verificados os maiores valores de TA nos tratamentos com a utilização de camada simples, em relação aos tratamentos em que se utilizaram camadas duplas. Verificou-se também maior inércia térmica das coberturas em camadas duplas, ou seja, uma menor variação de temperatura entre os horários mais quentes e mais frios, algo de extrema importância na produção animal, já que grandes oscilações de temperatura são prejudiciais no que se diz respeito a produção animal. De acordo com Lima (2006) grandes oscilações de temperatura provocam estresse, influenciando negativamente a produção animal, causando grandes perdas nos processos produtivos e reprodutivos.

Observou-se que a utilização de telhas em camadas simples (MS e FS) promoveu uma oscilação de mais de 20°C entre o horário mais frio (6h) e o mais quente (14h), enquanto que as mesmas coberturas instaladas em camadas duplas de 5 cm obtiveram uma variação de 13°C e 14°C, respectivamente, ou seja, além de diminuir os valores de TA, a utilização de camadas duplas promove um ambiente mais estável, com maior inércia térmica e com variações de temperatura menores.

Na Figura 9 estão representados os valores de TA nos diferentes tratamentos no horário crítico (14h).

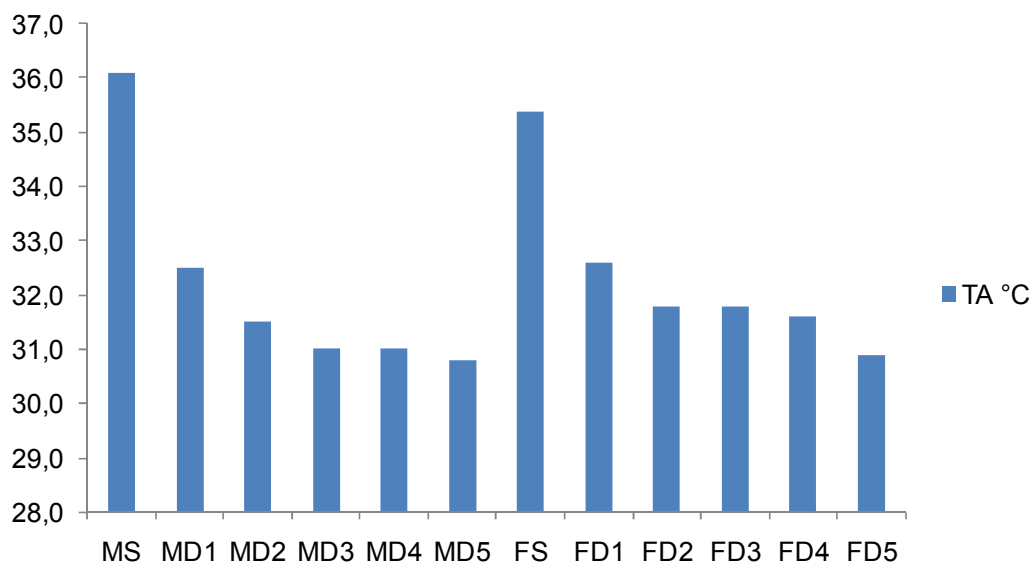


Figura 9 – Valores médios de Temperatura ambiente (TA) nos diversos tratamentos às 14h

Observou-se que a utilização de camadas duplas foi extremamente eficiente no que se diz respeito à redução da temperatura ambiente nos diversos tratamentos, sendo observado que o aumento do espaçamento entre camadas duplas promove uma tendência de diminuição gradativa da TA, devido à formação de um bolsão de ar maior, atuando com maior eficiência como isolante térmico. Observa-se também que, em camadas duplas, o tratamento com telhas metálicas apresentou maior eficiência, sendo observados menores valores de TA em espaçamentos a partir de 2cm, enquanto que com a utilização da telha de fibrocimento, os menores valores só foram verificados nos espaçamentos de 4 e 5cm. Tais resultados estão de acordo com Caneppele et al. (2013), que observaram menores valores de temperatura ambiente com a utilização de telha tipo sanduíche, além de maior inércia térmica, com menores oscilações diárias na temperatura ambiente. Dias (2011) ressalta que a utilização da telha tipo sanduíche é extremamente eficiente na promoção de um ambiente térmico melhor em regiões de grande amplitude térmica diária, sendo capaz de diminuir essa variação térmica. Tal informação está de acordo com o observado no presente estudo, onde a amplitude térmica no interior da instalação foi menor utilizando-se telhas em camadas duplas.

Na figura 10 estão representados os valores de TSI e TA nos diversos tratamentos às 14h.

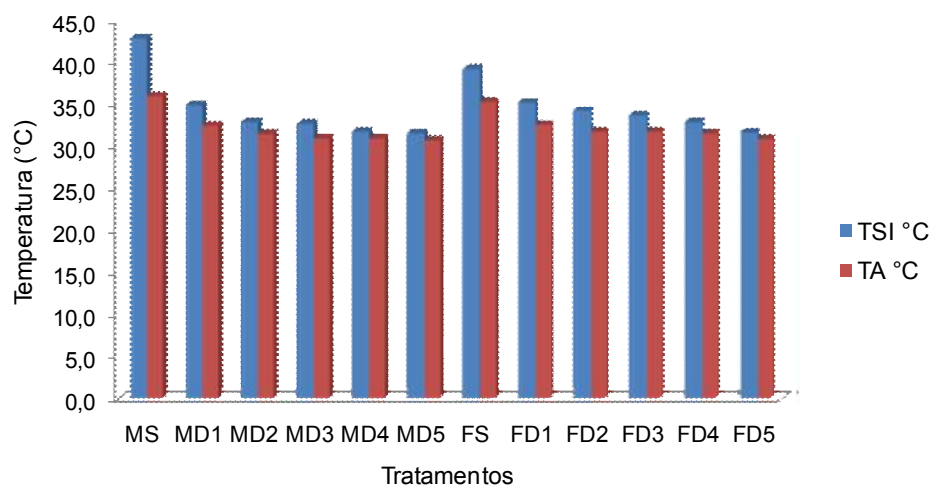


Figura 10 – Relação entre a TSI e a TA nos diversos tratamentos

Observou-se que o comportamento da TA depende diretamente da TSI, ou seja, quanto maior a TSI, maior a TA na instalação. Esse resultado demonstra a importância de se aumentar o isolamento térmico das coberturas, sendo que de acordo com D'Orazio et al. (2010), o aumento da densidade de isolamento do telhado reduz os gastos com resfriamento artificial no interior das instalações. Na Figura 11 estão representados os coeficientes de variação (%) dos valores de TA e TSI observados ao longo dos dias estudados nos diversos tratamentos.

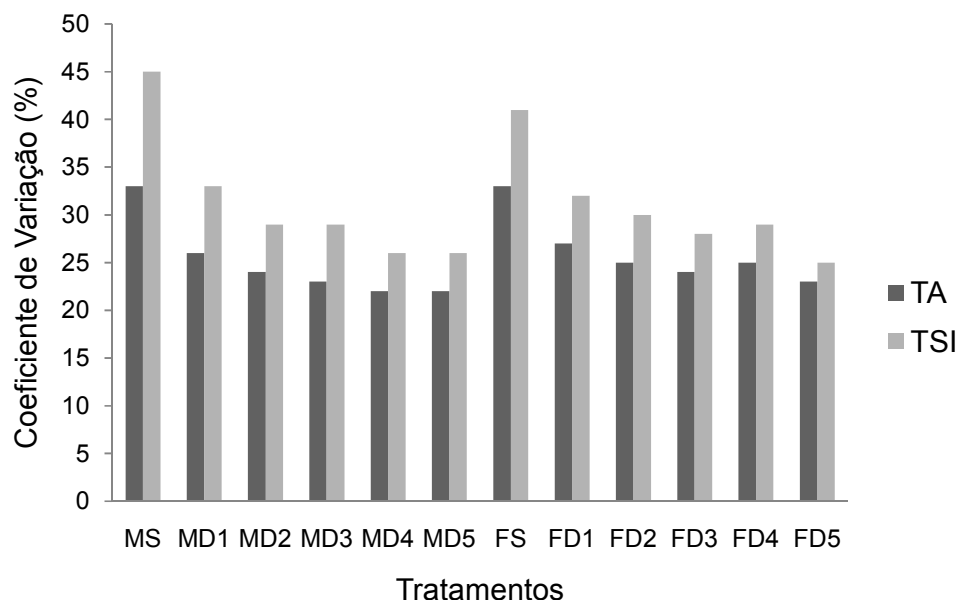


Figura 11 – Coeficientes de Variação de TA e TSI para os tratamentos

Os valores do coeficiente de variação das TA e TSI nos diferentes tratamentos demonstram a eficiência da utilização de coberturas em camadas duplas na redução da variação térmica horária ocorrida ao longo do dia. Nos tratamentos MS e FS verificaram-se valores de CV superiores aos encontrados nos tratamentos em que se utilizaram camadas duplas. A menor variação de temperatura ao longo do dia é algo desejável em instalações de produção animal, tanto no ponto de vista de bem-estar do animal quanto em termos financeiros, pois, o sistema termorregulador do animal tende a funcionar com menor gasto energético para a manutenção da homeostase, enquanto que no processo de automatização para controle climático em uma instalação o sistema será acionado um menor número de vezes, tendo em vista a maior homogeneidade da distribuição de temperatura ao longo do dia, reduzindo os gastos com energia elétrica.

De acordo com Guimarães et al. (2014), animais mantidos em ambientes com amplitudes muito amplas podem ter seu desempenho comprometido em razão de terem que se adaptar às variações de temperatura em curto espaço de tempo, o que pode comprometer a manutenção de seus índices fisiológicos. Abreu et al. (2007), ao estudarem o desempenho de frangos de corte criados em aviários com forro e sem forro observaram a importância da redução da amplitude térmica, sendo que os

galpões com forro apresentaram menores amplitudes térmicas e os animais tiveram melhores ganho de peso e consumo de ração, em relação aos animais criados no ambiente sem forro.

4. CONCLUSÕES

A instalação de telhas metálicas e de fibrocimento em camadas duplas demonstrou uma maior inércia térmica em relação às mesmas coberturas instaladas em camadas simples, promovendo decréscimo nos valores da Temperatura Superficial Interna das coberturas (TSI) e na temperatura do ambiente interno (TA) no modelo estudado, com maior eficiência quando instaladas com espaçamento variando de 2cm a 5cm para telha metálica e de 4cm a 5cm para a telha de fibrocimento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso do forro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, p.1014-1020, 2007.
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L.S.; CONCEIÇÃO, V.; TOMAZELLI, I. L. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.11, p.1193-1198, 2011.
- ALMEIDA, E.A.; PASSINI, R. Thermal comfort in reduced models of broilers' houses, under different types of roofing materials. *Engenharia Agrícola*, v.33, n.1, p. 19-27, 2013.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. *Ambiência em edificações rurais – Conforto animal*. 2º Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.
- CANEPPELE, L.B.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; VASCONCELLOS, A.B. Avaliação da eficiência energética e custo benefício no uso de coberturas metálicas em supermercados empregando o software energypius. *Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental*, v.9, n.9, p.1971-1979, 2013.
- CONCEIÇÃO, M.N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008, 138 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.
- CURTIS, S.E. *Environmental management in animal agriculture*. Ames, The Iowa State University Press. 409p. 1983.
- D'ORAZIO, M.; DI PERNAX, C.; DI GIUSEPPE, E. The effects of roof covering on the thermal performance of highly insulated roofs in Mediterranean climates. *energy and Buildings*, v.42, p.1619-1627, 2010.
- DAMASCENO, F. A. Avaliação de Telhas Ecológicas e sua Influência no Ambiente Térmico de Modelos Físicos de Galpões Avícolas. 2008. Monografia (Especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria – Pós-Graduação Lato Sensu) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

- DIAS, A. S. Avaliação do desempenho térmico de coberturas metálicas utilizadas em edificações estruturadas em aço. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.
- FIORELLI, J.; SCHMIDT, R.; KAWABATA, C.Y.; OLIVEIRA, C.E.L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; & ROSSIGNOLO, J.A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. *Ciência Rural*, v.42, n.1, p.64-67, 2012.
- FONSECA, P.C.F.; ALMEIDA, E.A.; PASSINI, R. Thermal comfort índices in individual shelters for dairy calves with different types of roofs. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.6, p.1044-1051, 2011.
- GUIMARÃES, M.C.C.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; TOTA, L.C.A.; SILVA, C.M.; LOPES, K.B.P. Efeito da estação do ano sobre o desempenho produtivo de codornas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.2, p.231-237, 2014.
- LIMA, K.A.O. Estudo da influência de ondas de calor sobre a produção de leite no Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), 2006, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. 2006.
- MICHELS, C. Análise da Transferência de Calor em Coberturas com Barreiras Radiantes. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto Térmico de Bovinos da Raça Nelore a Pasto sob Diferentes Condições de Sombreamento e a Pleno Sol. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, out./dez. 2009.
- PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; MATARAZZO, S.V.; SILVA, I.J.O.; LIMA, K.A.O. Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 26, p. 663-671, 2006.
- SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas Superficiais de Telhas e sua Relação com o Ambiente Térmico. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.31, n.2, p. 230-236, mar./abr. 2011.

CAPÍTULO 3 - INFLUÊNCIA DO TIPO DE CAMA NA QUALIDADE DO AR, DESEMPENHO, LESÕES DE CARÇAÇA, ESCORES DE HIGIÊNE E LOCOMOÇÃO EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CONFORTO E EM ESTRESSE TÉRMICO.

RESUMO: A superfície onde as aves são criadas (cama) possui grande importância no processo produtivo, estando diretamente ligada ao bem-estar e produção animal. Este estudo objetivou avaliar a utilização de piso plástico na substituição da cama de frango, através de dois experimentos distintos (experimento 1 e 2), no experimento 1 as aves foram criadas em conforto térmico, e no experimento 2 em estresse térmico. Cada experimento foi composto por quatro tratamentos em fatorial 2x2 com os fatores, tipos de piso (cama e piso plástico) e sexo (macho e fêmea). Foram utilizadas duas câmaras climáticas, em uma câmara utilizou-se maravalha e na outra o piso plástico suspenso, sendo essas divididas em 16 boxes, com área aproximada de 1m² cada, sendo 8 para machos e 8 para fêmeas. Os animais foram pesados semanalmente, quantificado o consumo de ração e conversão alimentar. Foram realizadas mensurações de concentração de amônia e CO₂ aos 28, 32, 35, 39 e 42 dias. Ao final do ciclo avaliou-se escores de higiene, locomoção, lesões de peito, jarrete e coxim plantar, viabilidade, produção de carne, rendimento de carcaça e de partes. Os dados de desempenho foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% no programa SAS (Statistical Analysis System). As concentrações de amônia e CO₂ foram maiores no ambiente com maravalha em relação ao piso plástico. No piso plástico observou-se maior produção de carne.m⁻² para machos em relação a maravalha, e melhor desempenho produtivo (ganho de peso, peso médio e conversão alimentar) para machos criados em piso plástico. O piso plástico favoreceu a higiene dos animais, porém desfavoreceu a locomoção. Aves criadas no piso plástico apresentaram maior incidência de lesões no coxim plantar, enquanto aves criadas na maravalha tiveram maior incidência de lesões no jarrete. O piso plástico apresentou resultados satisfatórios, podendo ser uma boa alternativa na substituição da cama de frango.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade do ar, amônia, piso plástico, lesões de carcaça

CHAPTER 3 - INFLUENCE OF TYPE OF THE BED ON THE AIR QUALITY, PERFORMANCE, CARCASS INJURIES, SCORES OF THE HYGIENE AND LOCOMOTION IN BROILER RAISED IN COMFORT AND HEAT STRESS.

ABSTRACT: The surface where the birds are raised (bed) has great importance in the production process, is directly linked to welfare and animal production. This study aimed to evaluate the use of plastic floor replacement in poultry litter, in two different experiments (experiment 1 and 2), in experiment 1, the birds were raised in thermal comfort, and in experiment 2 in heat stress. Each experiment consisted of four treatments in a 2x2 factorial with the factors, types of flooring (plastic bed and conventional floor) and sex (male and female). Two climatic chambers were used in a camera was used shavings and the other suspended plastic floor, these being divided into 16 boxes, with an approximate area of 1m² each, being 8 for males and 8 for females. The animals were weighed weekly, quantified feed intake and feed conversion. Measurements of CO₂ and ammonia concentration were performed at 28, 32, 35, 39 and 42 days. At the end of the cycle was evaluated scores of hygiene, locomotion, breast lesions, hock and footpad, viability, production of meat, carcass and parts. The performance data were subjected to analysis of variance and Tukey's test at 5% in SAS (Statistical Analysis System). The concentrations of ammonia and CO₂ were higher in the atmosphere with wood shavings in relation to the plastic floor. In plastic floor there was greater production carne.m⁻² for males compared to shavings, and better performance (weight gain, feed conversion and average weight) for males reared in plastic flooring. The plastic floor favored the cleanliness of animals, but disfavors locomotion. Birds reared in plastic floor had a higher incidence of lesions in the footpad, whereas birds reared on wood shavings had higher incidence of lesions in the hock. The plastic floor showed satisfactory results and can be a good alternative for the replacement of poultry litter.

KEY- WORDS: air quality, ammonia, plastic flooring, injuries carcass

1. INTRODUÇÃO

Um fator extremamente importante para o bem-estar animal é a qualidade do ar. Segundo NÄÄS et al. (2007), a qualidade do ar em ambientes de produção animal vem sendo referenciada como ponto de interesse em estudos de sistema de controle ambiental, focando tanto a saúde dos animais que vivem em total confinamento, quanto dos trabalhadores que permanecem até 8 horas por dia nesse ambiente de trabalho. Para Owada et al. (2007), um dos poluentes aéreos presentes em maior concentração nos galpões de criação de frangos de corte é a amônia, produzida pela decomposição de dejetos ricos em nitrogênio no interior das instalações de produção (Terzich et al., 2000). Segundo Cavalcanti et al. (2010), para se ter um bom manejo na avicultura, é importante escolher a cobertura do piso (cama) dos aviários optando por um material de boa qualidade com relação a absorção, maciez e não toxicidade. De acordo com Hernandez e Cazetta (2001), a cama além de absorver umidade, deve evitar a formação de lesões cutâneas no coxim plantar, no joelho e no peito.

Oliveira et al. (2011), ressaltam que o crescimento das atividades de produção animal sobre cama (suínos e aves) fez com que ocorresse uma diminuição na disponibilidade de maravalha, passando a existir indústrias que processam madeira exclusivamente para a obtenção desse material, ocorrendo assim um aumento significativo no valor da mesma. Para Carneiro et al. (2004), a cama de frango representa 20% dos custos variáveis do produtor. Devido ao alto custo desses materiais, passou-se a praticar a reutilização da cama, com finalidade principal de redução dos custos no processo produtivo, sendo observado por Gonzáles e Saldanha (2001) e Carvalho et al. (2011) que a reutilização da cama promove um aumento na concentração de amônia no interior das instalações de produção, fato constatado também por Oliveira et al. (2003) que observaram maiores níveis de amônia no ambiente com cama submetida a duas criadas em relação àquela com um ciclo de criação.

Em alguns países como China e Estados Unidos, um novo sistema tem sido estudado, que consiste em criar os frangos de corte sobre pisos plásticos elevados, semelhantes aos utilizados na criação de suínos. Com isso objetiva-se diminuir os

problemas gerados pela utilização da cama, melhorando a qualidade do ar na instalação de produção, já que os dejetos produzidos pelas aves são eliminados periodicamente, evitando o acúmulo de matéria orgânica e resíduos que possam causar o aumento de gases e odores no galpão. Apesar de parecer uma boa solução para adequação do sistema de produção, ainda são escassos os estudos sobre esse tipo de tecnologia e o efeito dela na criação de aves. É preciso saber se a utilização desse sistema é realmente viável, se promove aumento da produtividade, se proporciona uma melhora significativa na qualidade do ar no ambiente de produção, reduzindo a quantidade de poeira, amônia e outros gases tóxicos, e se não ocasiona lesões cutâneas nas regiões do peito, joelho e coxim plantar.

Com base no exposto, conduziu-se um experimento objetivando avaliar a utilização de piso plástico na substituição da cama de maravalha, através de dois experimentos, sendo o primeiro em situação de conforto térmico e o segundo em situação de estresse térmico. Foram mensurados o desempenho das aves e a qualidade do ar através da mensuração das concentrações de amônia e dióxido de carbono (PPM) no ambiente de produção, em pisos plásticos e sobre cama de maravalha, avaliando-se o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, produção de carne/área, viabilidade, lesões cutâneas na região do peito, joelho e coxim plantar, escores de locomoção e higiene.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (Unesp) campus de Jaboticabal, no setor de avicultura, em câmaras climáticas, sendo avaliado o ganho de peso semanal das aves, consumo de ração, conversão alimentar, produtividade, viabilidade, lesões cutâneas no peito, coxa e coxim plantar, escores de locomoção, higiene, e qualidade do ar, através do monitoramento da concentração de amônia e CO₂.

O estudo foi composto de dois experimentos. No experimento 1 as aves foram criadas em conforto térmico (agosto e setembro de 2013), e no experimento 2 em estresse térmico, seguindo os valores de temperatura ambiente da Tabela 1. Cada experimento foi composto por quatro tratamentos em esquema fatorial 2x2 com os fatores, tipos de piso (maravalha e piso plástico) e sexo (macho e fêmea). Foram utilizadas duas câmaras climáticas, em uma câmara utilizou-se maravalha (Figura 1a) e na outra o piso plástico suspenso (Figura 1b), sendo essas divididas em 16 boxes cada (Figura 2a), com dimensões de 0,9 x 1,2m cada, e uma área aproximada de 1m² cada, sendo 8 boxes de machos e 8 boxes de fêmeas. O tratamento piso plástico foi montado a uma altura de 0,5m do solo, através de um ripado de madeira suspenso (Figura 2b).

Tabela 1 - Faixas de temperaturas adotadas no experimento.

Período (dias de idade)	Temperatura Ambiente °C	
	Conforto Térmico	Estresse Térmico
1 a 4	35	35
5 a 7	32	35
8 a 14	30	34
15 a 16	28	34
17 a 21	26	33
22 a 44	24	33

Fonte: Adaptado de BRUNO et al. (2000).

Foram utilizadas aves da linhagem Cobb®-500, adquiridas com 1 dia de vida, sexadas, provenientes de incubatório comercial Globo Aves da cidade de Itirapina-SP. Para a distribuição das aves no experimento realizou-se a pesagem de 20% do lote total, calculando-se a média de peso inicial e o respectivo desvio padrão, sendo

posteriormente montadas as repetições dentro dos tratamentos de forma homogênea, ou seja, com pintos dentro de um peso padrão. As aves foram alojadas na densidade de 12 aves/m².



Figura 1 – a) Aves criadas em maravalha; b) Aves criadas em piso plástico



Figura 2 – Divisão dos boxes experimentais

Durante todo período experimental as aves receberam água e ração à vontade. O regime alimentar das aves foi constituído por 2 tipos de ração (inicial: de 1-21 dias de idade, crescimento: 22-42 dias), formuladas seguindo as exigências nutricionais estabelecidas para frangos de corte em condições tropicais por Rostagno et al. (2012) (Tabela 2). Os pintos foram vacinados contra doença de Marek e Bouba Aviária ainda no incubatório, contra as doenças de Gumboro (cepa intermediária Lukert) e Newcastle (cepa La Sota) no 8º dia de vida.

Tabela 2 – Composição percentual e nutricional calculada das rações, segundo as fases de inicial (1-21 dias de idade) e crescimento (22-42 dias de idade)

Ingredientes(%)	Inicial*	Crescimento**
Milho	60,81	63,74
Farelo de soja 45%	35,15	29,79
Óleo soja	-	3,12
Fosfato bicálcico	1,63	1,16
Calcário	0,84	0,76
Sal	0,42	0,44
L-Lisina HCL (78%)	0,25	0,21
DL-Metionina (99%)	0,29	0,23
L-Treonina	0,08	0,04
BHT	0,01	0,01
Suplemento vitamínico e mineral [†]	0,50	0,50
Total	100,00	100,00
Composição nutricional calculada		
Proteína bruta (%)	21,27	18,86
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.883	3.121
Ca (%)	0,85	0,69
Na (%)	0,19	0,20
Fósforo disponível (%)	0,42	0,32
Metionina + cistina dig. (%)	0,88	0,77
Metionina dig. (%)	0,56	0,49
Lisina dig. (%)	1,22	1,05
Treonina dig. (%)	0,79	0,68
Triptofanodig. (%)	0,24	0,21
Arginina dig. (%)	1,32	1,16
Nutrientes por quilograma de ração: *fase de 1 a 21 dias de idade - Vit. A 7.000 U.I., Vit. D3 3.000 U.I., Vit.E 25 U.I., Vit. K 0,98 mg, Vit. B1 1,78 mg, Vit. B2 9,6 mg, Vit. B6 3,5 mg, Vit. B12 10 µg, Ácido Fólico 0,57 mg, Biotina 0,16 mg, Niacina 34,5 mg, Pantotenato de Cálcio 9,8 mg, Cobre 0,12 g, Cobalto 0,02 mg, Iodo 1,3 mg, Ferro 0,05 g, Manganês 0,07 g, Zinco 0,09 mg, Zinco Orgânico 6,75 mg, Selênio 0,27 mg, Colina 0,4 g, Promotor de crescimento (bacitracina de zinco) 30 mg, (narasina+nicarbazina) 0,1g, Metionina 1,68g. **Fase de 22 a 42 dias de idade- Vit. A 7.000 U.I., Vit. D3 3.000 U.I., Vit. E 25 U.I., Vit. K 0,98 mg, Vit. B1 1,78 mg, Vit. B2 9,6 mg, Vit. B6 3,5 mg, Vit. B12 10 µg, Ácido Fólico 0,57 mg, Biotina 0,16 mg, Niacina 34,5 mg, Pantotenato de Cálcio 9,8 mg, Cobre 0,12 g, Cobalto 0,02 mg, Iodo 1,3 mg, Ferro 0,05 g, Manganês 0,07 g, Zinco 0,09 mg, Zinco Orgânico 6,75 mg, Selênio 0,27 mg, Colina 0,6 g, Promotor de crescimento (avilamicina) 7,5 mg, (monensina sódica) 0,1g, Metionina 1,4g.		

As aves foram pesadas semanalmente, assim como a ração, determinando-se assim o ganho de peso e o consumo de ração semanal e, posteriormente, a conversão alimentar. A temperatura ambiente foi mantida com o auxílio de lâmpadas de infravermelho (aquecimento) e de monoblocos frigorífico (resfriamento).

A avaliação da produção de carne (PC) expressa em quilogramas de peso vivo por metro quadrado de piso foi calculada com base no peso final total das aves de cada box, pela seguinte fórmula:

$$PC = \frac{PT}{A}$$

em que:

PC = produção de carne/área (kg/m²)

PT = peso total de aves de cada box (kg)

A = área dos boxes (m²)

A viabilidade foi determinada com base no número de aves sobreviventes em cada tratamento, transformando esse número em percentagem. A fórmula utilizada para essa finalidade foi:

$$V = \frac{NF \times 100}{NI}$$

em que:

V = viabilidade (%)

NF = número de aves vivas no final do ciclo

NI = número inicial de aves alojadas em cada box

Nos tratamentos com piso plástico, os dejetos foram retirados a cada 7 dias nas primeiras duas semanas, a cada dois dias do 14^o até o 42^o dia, sendo realizada uma raspagem abaixo do piso com o auxílio de um rodo de aço (Figura 3).



Figura 3 – Raspagem dos dejetos no tratamento com piso plástico

Para o monitoramento da concentração amônia (NH_3) e dióxido de carbono (CO_2), utilizou-se uma bomba de gases Dräger Accuro® (Figura 4a), acoplada a tubetes reagentes (Figura 4b), sendo mensuradas as concentrações desses gases aos 28, 32, 35, 39 e 42 dias de criação. A mensuração era sempre realizada no centro da câmara climática, a uma altura correspondente ao centro de massa das aves.



Figura 4 – a) Bomba detectora de gases Dräger Accuro®, b) Tubete reagente

Para avaliação dos escores de lesão de pé, peito, coxim plantar, locomoção e higiene, utilizou-se o protocolo de bem-estar animal da Welfare Quality® (2009) para frangos de corte, sendo atribuídos escores para cada fator por um avaliador treinado, aos 42 dias de criação. Foram amostradas 50% do total de aves alojadas,

ou seja, seis aves por box, num total de 48 machos e 48 fêmeas por tratamento. Para distribuição aleatória dos animais a serem avaliados, foram selecionados os seis animais mais próximos ao lado esquerdo do bebedouro em cada box, sendo estes marcados com tinta sobre o dorso (Figura 5a) e, posteriormente, à seleção dos animais era realizada a avaliação visual dos escores de lesão, higiene e locomoção.



Figura 5 – a) Seleção dos animais a serem avaliados, b) Avaliação visual

Para a atribuição dos escores de lesão de peito, jarrete e coxim plantar, os animais foram avaliados quanto a presença ou não de lesões nesses membros, e se presente quanto a dimensão da injúria em cada ave (Figura 6). Na avaliação do escore de higiene, as aves eram avaliadas quanto a limpeza das suas penas, peito e pernas, sendo também atribuído uma nota de acordo com a quantidade de sujeira impregnada nos mesmos (Figura 7). Já, para a avaliação do *Gait score*, ou escore de locomoção, as aves eram colocadas individualmente no chão e estimuladas a se locomover por cerca de 10 passos, sendo a nota atribuída de acordo com a facilidade ou dificuldade desse animal em se locomover (Figura 8). Todas as avaliações seguiram criteriosamente o *Poultry Protocol da Welfare Quality* (2009).



Figura 6 – Exemplos de lesões de peito, jarrete e coxim plantar



Figura 7 – Aves com diferentes graus de higiene



Figura 8 – Avaliação do *Gait score* (escore de locomoção)

Para a análise do rendimento de carcaça quente, todas as aves de cada box foram pesadas, posteriormente calculada a média de peso sendo separadas três aves por box (25% do total alojado) cujo peso estivesse próximo a média $\pm$ 5% do peso médio, totalizando 48 aves por tratamento, sendo 50% machos e 50% fêmeas. As aves foram então identificadas com o auxílio de anilhas de plástico enumeradas e colocadas em um jejum pré-abate de oito horas. As aves foram insensibilizadas em CO₂, posteriormente passaram pela sangria, escalda, depenagem, evisceração e posteriormente o corte. As partes pesadas foram: peito, dorso, coxa + sobrecoxa e asa, além da carcaça inteira. O rendimento de carcaça foi feito com base na relação do peso do animal em jejum e do peso da carcaça limpa antes do resfriamento, o rendimento de partes foi feito com base no peso do corte pelo peso da carcaça limpa.

Os resultados obtidos referentes ganho de peso semanal, consumo de ração, conversão alimentar, produtividade e viabilidade foram submetidos à análise de variância, utilizando-se para comparação de médias o teste de Tukey, a 5% de significância, no programa SAS (Statistical Analysis System). Para os valores de concentração de amônia e CO₂, foram confeccionados gráficos com a curva de concentração desses gases ao longo do ciclo produtivo. Para a análise dos escores das lesões no peito, jarrete, coxim plantar, higiene e locomoção utilizou-se uma análise de frequência.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1 – Conforto Térmico

Os valores da concentração em ppm de amônia (NH_3) e dióxido de carbono (CO_2) encontram-se representados nas figuras 9 e 10, respectivamente.

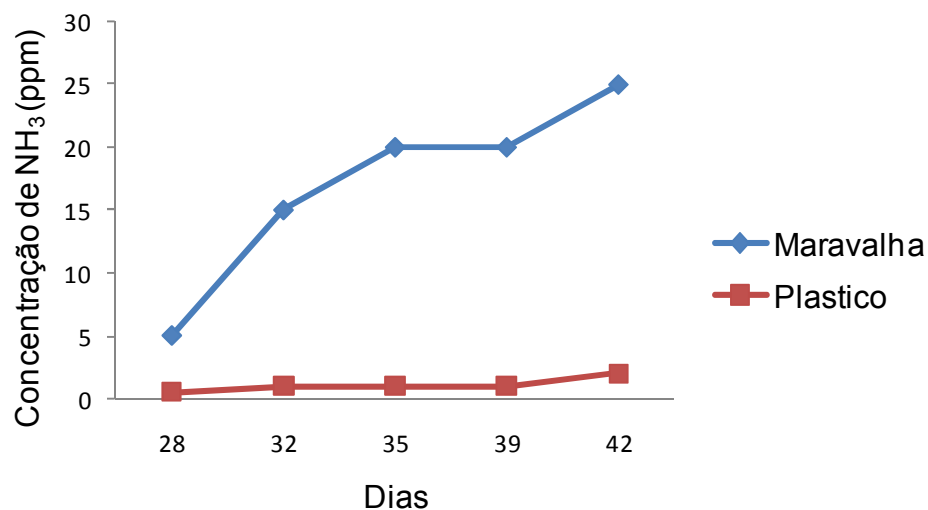


Figura9 – Concentração de amônia (ppm) em conforto térmico

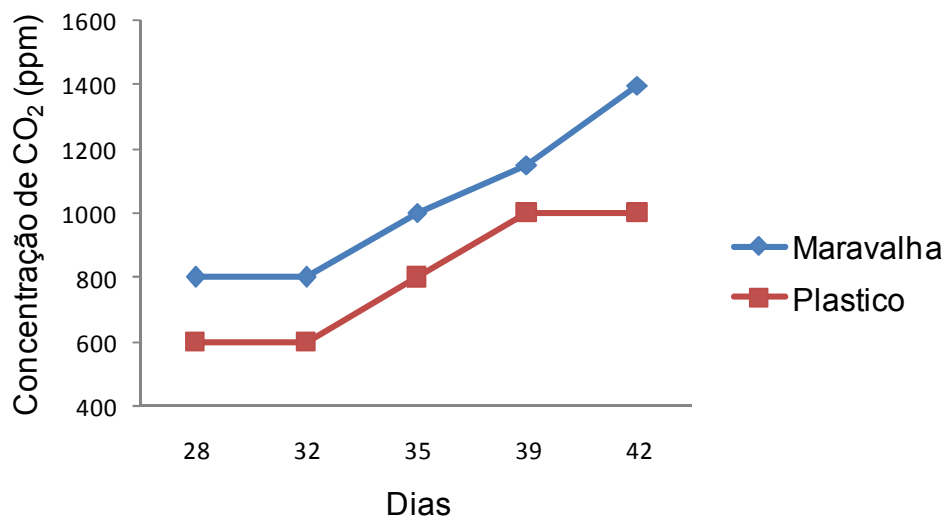


Figura 10 – Concentração de CO_2 (ppm) em conforto térmico

A partir do 28º dia de criação, a concentração de amônia no ar passou a subir consideravelmente no ambiente em que se utilizou a maravalha, devido ao grande acúmulo de dejetos e a decomposição do mesmo dentro do ambiente de criação, enquanto no piso plástico a concentração deste gás permaneceu quase nula, devido a constante retirada dos dejetos ao longo do ciclo produtivo, chegando a um valor máximo de 2ppm aos 42 dias, valor significativamente inferior em relação a concentração de amônia atingida na maravalha (25ppm). A concentração de amônia no ar com a utilização da maravalha foi superior ao valor recomendado pela Globalgap (2007), principal programa de garantia de qualidade agrícola do mundo, onde a concentração de amônia no ar do ambiente de produção deve chegar a um valor máximo de 20ppm.

Carvalho et al. (2011), verificaram concentrações de amônia próximas a 60ppm estudando a influencia da qualidade da cama no ambiente aéreo de galpões para frangos de corte, sendo essa alta concentração de amônia no ambiente atribuída a reutilização da cama, que proporcionou uma maior degradação dos compostos nitrogenados presentes na cama e, conseqüentemente, uma maior liberação desse gás no ambiente de produção. De acordo com Bianchi (2013), a alta concentração de amônia diminui o conforto e provoca problemas na saúde no animal, na durabilidade das instalações, além de diminuir a segurança e a eficiência do processo produtivo. Em seu estudo, Traldi et al. (2007) também observaram um maior potencial de volatilização da amônia em cama reutilizada comparada com a cama nova.

Segundo a norma regulamentadora 15 - Atividades e operações insalubres (MTE, 2008) a concentração tolerável de amônia para humanos é de 20 ppm, sendo tolerada uma exposição de até 8 h diárias. Porém, Carvalho et al. (2012) verificaram que quando a concentração está acima de 10ppm, a sensação de irritabilidade nos olhos e narinas torna-se presente, sendo recomendado o uso de máscaras durante todo o período de realização do manejo no interior da granja. No presente estudo a concentração de amônia no ciclo em conforto térmico, apresentou-se fora do tolerável para seres humanos, indicando situação de insalubridade para os trabalhadores onde se utilizou a maravalha.

De acordo com Ritz et al. (2011), a ventilação tem sido utilizada para reduzir as concentrações de amônia. No entanto, quando amônia, poeira e odores são "expulsos" dos aviários, as substâncias podem afetar propriedades vizinhas. Portanto, os resultados apresentados pelo piso plástico em relação a produção de amônia são de extrema importância, pois desta forma a amônia deixa de ser produzida em grande concentração no interior das instalações de produção, afetando menos os animais e as pessoas que residem e trabalham em suas proximidades.

Fraley et al. (2013), ao estudarem o efeito da criação de patos em dois diferentes tipos de piso (cama convencional e piso plástico), observaram concentrações de amônia inferiores as encontradas neste trabalho, sendo observada aos 32 dias menor concentração de amônia no ar onde os animais eram criados sobre o piso plástico (0,82 ppm) em relação a cama convencional (1,7 ppm). Resultado diferente foi encontrado por Karcher et al. (2013), que ao realizarem um estudo semelhante ao feito por Fraley et al. (2013), verificaram níveis de amônia maiores em ambientes com a utilização de piso plástico (9,9 ppm) em relação a cama convencional (5,5 ppm), sendo especulado pelos autores que essa diferença pode ter sido causada por algum fator ambiental não controlado, como por exemplo a velocidade do ar, que pode ter diferido entre os tratamentos.

A concentração de CO_2 também apresentou um comportamento de crescimento gradual, de acordo com os dias de criação, ou seja, quanto maiores às aves, maiores eram as concentrações de CO_2 no interior do ambiente de criação, devido ao maior metabolismo dos animais. Resultado semelhante foi obtido por Miles et al. (2011), que verificaram um aumento na concentração de gases (NH_3 e CO_2) no ambiente de acordo com o crescimento das aves, ou seja, quanto maiores as aves, maiores eram as concentrações desses gases no ambiente.

Observou-se também que a concentração de CO_2 no ambiente com maravalha foi sempre superior a observada no ambiente com piso plástico, fato esse ocasionado pela respiração das bactérias aeróbicas durante o processo de degradação microbiana da matéria orgânica acumulada na cama (HENN, 2013). De acordo com Orrico Júnior et. al. (2010) grande parte da matéria orgânica presente na cama é perdida em forma de água e CO_2 . Mesmo com a utilização da maravalha, os

valores de concentração de CO₂ permaneceram dentro de uma faixa ideal, já que de acordo com a Globalgap (2007) a concentração crítica de CO₂ no ambiente para frangos de corte é de 5000 ppm, sendo que valores acima desse representam situação de risco para os animais.

Henn (2013) também verificou níveis abaixo do limite crítico de concentração de CO₂ em seu estudo com frangos de corte criados em galpões avícolas, observando uma concentração de CO₂ na ultima semana de 1260ppm com a utilização da maravalha nova. Resultado semelhante foi encontrado por Vigoderis et al. (2010) que ao estudarem o uso de ventilação mínima em galpões avícolas, também observaram concentração de CO₂ próxima ao encontrado neste experimento (1427ppm). Ao estudar sistemas de ventilação (positiva e negativa), Menegali et. al. (2009) também observaram concentrações de CO₂ abaixo do limite máximo tolerável, 1602ppm no sistema de ventilação negativa e 2090ppm para ventilação positiva, todos aos 42 dias de criação.

Os dados referentes ao desempenho zootécnico das aves criadas em conforto térmico (peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) encontram-se descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico das aves criadas em conforto térmico

		Peso Médio (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,162 a	0,442 a	0,934 a	1,593 a	2,340 a	3,150 a
	Fêmea	0,162 a	0,443 a	0,868 b	1,463 b	2,160 b	2,810 b
Piso	Macho	0,163 a	0,459 a	0,926 a	1,642 a	2,420 a	3,230 a
Plástico	Fêmea	0,159 a	0,441 a	0,859 b	1,461 b	2,180 b	2,820 b
		Ganho de peso (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,117 a	0,397 a	0,889 a	1,594 a	2,290 a	3,100 a
	Fêmea	0,118 a	0,378 b	0,824 b	1,419 b	2,120 b	2,760 b
Piso	Macho	0,118 a	0,414 a	0,881 a	1,596 a	2,370 a	3,180 a
Plástico	Fêmea	0,115 a	0,394 a	0,816 b	1,417 b	2,140 b	2,770 b
		Consumo de Ração (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,194 a	0,612 a	1,344 a	2,355 a	3,630 a	5,110 a
	Fêmea	0,176 b	0,578 c	1,257 b	2,188 b	3,370 b	4,690 b
Piso	Macho	0,168 b	0,605 a b	1,343 a	2,424 a	3,720 a	5,230 a
Plástico	Fêmea	0,162 b	0,583 b c	1,262 b	2,205 b	3,400 b	4,730 b
		Conversão Alimentar					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	1,670 b	1,540 b	1,510 a	1,520 a	1,580 a	1,650 a b
	Fêmea	1,510 a b	1,530 b	1,530 a	1,540 b	1,600 a	1,700 a b
Piso	Macho	1,430 a	1,460 a	1,530 a	1,520 a	1,570 a	1,640 a
Plástico	Fêmea	1,410 a	1,470 a	1,550 a	1,530 a b	1,590 a	1,710 b

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para o peso médio (PM), verificou-se diferença significativa apenas entre machos e fêmeas a partir do 21º dia. Os machos mantiveram um maior PM dos 21 aos 42 dias em relação as fêmeas. É possível observar que aos 42 dias os machos criados no piso plástico obtiveram um peso médio numericamente maior do que os machos criados no sistema convencional (maravalha) apresentando PM de 3,180kg e 3,100kg, respectivamente, porém, o mesmo não foi significativo. Resultado semelhante foi obtido por Akpobome e Fanguy (1992), que ao avaliarem a criação de frangos de corte machos em diversos tipos de pisos, não verificaram diferença significativa para PM entre os animais criados na maravalha e no piso plástico na sexta semana de criação.

O mesmo comportamento foi verificado para ganho de peso (GP), onde a partir do 21º dia observou-se claramente a diferença significativa entre machos ($P<0,05$) e fêmeas nos tratamentos, sendo esse resultado já esperando, tendo por base que os animais foram distribuídos nos tratamentos com peso homogêneo. Resultado semelhante foi obtido por Andrews et al. (1990), que ao estudarem o

desempenho de frangos de corte em diferentes tipos de superfícies, não verificaram diferença significativa para GP entre os animais nos diferentes tratamentos, sendo verificado apenas maior GP para machos em relação as fêmeas.

Observou-se que, assim como no PM, o GP dos machos criados no piso plástico foi numericamente superior ao GP dos animais criados na maravalha, 3,180kg e 3,100 kg, respectivamente, apesar de não apresentarem diferença estatisticamente significativa. Em relação ao consumo de ração (CR), verificou-se que aos 7 dias ocorreu diferença significativa, sendo que os machos do tratamento maravalha apresentaram um CR (0,194kg) superior aos machos do piso plástico (0,168kg) e as fêmeas dos maravalha (0,176) e piso plástico (0,162). Comportamento semelhante ocorreu aos 14 dias de criação, em que o maior CR foi observado para machos no tratamento maravalha (0,612) e o menor para fêmeas no mesmo tratamento (0,578), ficando os machos e fêmeas do tratamento piso plástico com valores intermediários 0,605 e 0,583, respectivamente.

A partir do 21º dia, o comportamento da CR seguiu o mesmo padrão, apresentando valores significativamente superiores para machos em relação as fêmeas, em ambos os tratamentos. Aos 42 dias obteve-se um CR de 5,110kg e 5,230kg para machos, e, 4,690 e 4,730 para fêmeas criadas nos sistemas maravalha e piso plástico, respectivamente.

A conversão alimentar (CA) apresentou valores significativamente diferentes tanto entre os tipos de cama quanto entre os sexos. Aos 7 dias de criação os melhores valores de CA foram apresentados pelos animais criados no piso plástico, sendo observados valores de 1,43 e 1,41 para machos e fêmeas neste tratamento, respectivamente, sendo a pior CA apresentada para machos criados na maravalha. Comportamento semelhante foi observado para CA aos 14 dias de criação, onde machos e fêmeas no tratamento maravalha apresentara valores significativamente superiores em relação a machos e fêmeas criados no piso plástico. Aos 42 dias observou-se uma melhor CA para machos criados sobre o piso plástico (1,64) em relação as fêmeas criadas no mesmo sistema (1,71), ficando os animais criados na maravalha, machos (1,65) e fêmeas (1,70) com valores intermediários, não diferindo dos demais tratamentos.

Oba et al. (2012) ao estudarem o desempenho de machos de frangos de corte da linhagem Cobb criados em diferentes temperaturas, verificaram ao final do ciclo de produção GP (2,92kg), CR (5,03kg) e CA (1,72) para frangos de corte criados em conforto térmico. Tais resultados apresentam valores inferiores aos encontrados neste estudo para todos os tratamentos, onde, os machos criados na maravalha apresentaram aos 42 dias, GP (3,100kg), CR (5,110kg), CA (1,65) e machos criados no piso plástico GP (3,180kg), CR (5,230kg) e CA (1,64). Os resultados de desempenho são similares aos encontrados por Duarte et al. (2010), que ao estudarem diferentes fontes lipídicas para frangos de corte machos, verificaram ao final do ciclo GP (3,031kg), CR (5,010kg) e CA (1,65). Boiago et al. (2013) também verificaram valores inferiores de desempenho para frangos de corte machos criados em situação de conforto térmico, obtendo CR (4,895kg), GP (2,564kg) e CA (1,91). Lana et al. (2000) verificaram desempenho inferior ao obtido por machos de frangos de corte criados em conforto térmico em relação a este trabalho, onde os autores obtiveram GP (2,214kg), CR (4,599kg) e CA (2,12kg).

Os valores de PM obtidos para machos criados em conforto térmico, aos 42 dias, na maravalha (3,150kg) e no piso plástico (3,230kg) estão acima do valor de PM tabelado para a linhagem que é de 2,953kg (COBB, 2012). Assim, como para PM, os valores de CR também foram superiores aos encontrados no manual de criação para a linhagem, sendo indicado no manual CR (4,994kg), valor esse inferior ao encontrado para machos criados na maravalha (5,110kg) e no piso plástico (5,230kg). Para CA, machos criados na maravalha (1,65) e no piso plástico (1,64) apresentaram desempenho superior ao preconizado para a linhagem, que é de 1,69.

Para as fêmeas, obteve-se também desempenho superior ao tabelado para a linhagem em PM (2,511kg), CR (4,317kg) e CA (1,72) (COBB, 2012), onde, fêmeas criadas na maravalha apresentaram PM (2,760kg), CR (4,690kg) e CA (1,7), e no piso plástico PM (2,770kg), CR (4,730kg) e CA (1,71).

Com os dados de desempenho zootécnico das aves criadas nesses dois sistemas, verificou-se que a criação sobre o piso plástico em situação de conforto térmico é algo possível, já que em termos produtivos, o sistema apresentou resultados semelhantes aos observados no sistema convencional, e em alguns

momentos até mesmo superior, como é o caso da CA de machos criados neste sistema.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados de viabilidade (%) e produção de carne (kg.m^{-2}) para as aves criadas em conforto térmico.

Tabela 4 – Produção de carne e viabilidade para aves criadas em conforto térmico

		Produção de Carne (kg.m^{-2})	Viabilidade (%)		
Maravalha	Macho	36,020	b	94,14	a
	Fêmea	32,810	c	98,92	a
Piso	Macho	38,900	a	100,0	a
Plástico	Fêmea	32,310	c	95,24	a

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Houve diferença significativa para produção de carne ($p < 0,05$), sendo o maior valor observado para machos criados no piso plástico ($38,900 \text{ kg.m}^{-2}$), seguido de machos criados na maravalha ($36,020 \text{ kg.m}^{-2}$), observando-se menor produção de carne para fêmeas criadas no piso plástico ($32,310 \text{ kg.m}^{-2}$) e na maravalha ($32,810 \text{ kg.m}^{-2}$). O resultado apresentado é de extrema importância, tendo em vista que os frangos de corte machos apresentaram produção de carne quase três quilogramas por metro quadrado superiores no piso plástico em relação a maravalha.

Não houve diferença significativa para viabilidade. Resultado semelhante foi verificado por Fraley et al. (2013), que também não observaram diferença significativa para viabilidade em patos criados em cama convencional (93,4%) e em piso plástico (94,56%). Akpobome e Fanguy (1992) também não observaram diferença significativa para viabilidade entre frangos de corte criados sobre maravalha e piso plástico. No entanto, esses resultados divergem dos encontrados por Andrews et al. (1990), que verificaram maior viabilidade para frangos de corte criados em cama convencional, em relação aos criados sobre piso plástico. Os valores de viabilidade estão próximos aos observados por Oba et al. (2012) e Boiago et al. (2013), que obtiveram uma viabilidade de 97,8% e 95,5%, respectivamente.

Para escores de lesão no peito, não foram encontrados animais afetados em nenhum dos tratamentos. Resultado semelhante foi obtido por Garcia et al. (2012),

que ao avaliarem diferentes tipos de materiais para cama de frango, não observaram efeito do tipo de cama para lesão de peito, não verificando incidência deste tipo de lesão em nenhum dos tratamentos estudados. Oliveira et al. (2002) ao estudarem dois tipos diferentes de cama de frango, também não verificaram efeito do tipo de material de cama sobre lesões de peito em frangos de corte.

Os valores de frequência dos escores de lesão no coxim plantar e jarrete para aves criadas em conforto térmico, encontram-se descritos na Tabela 5.

Tabela 5 – Frequência dos escores de lesão no coxim plantar e jarrete (%) para aves criadas em conforto térmico

		Lesão no Cxim Plantar				
		0	1	2	3	4
Maravalha	Macho	75,0	10,4	12,5	2,1	0,0
	Fêmea	58,3	27,1	14,6	0,0	0,0
Piso Plástico	Macho	68,7	14,6	14,6	0,0	2,1
	Fêmea	50,0	20,8	22,9	6,3	0,0
		Lesão no Jarrete				
		0	1	2	3	4
Maravalha	Macho	70,8	22,9	6,2	0,0	0,0
	Fêmea	77,1	8,3	14,6	0,0	0,0
Piso plástico	Macho	89,6	10,4	0,0	0,0	0,0
	Fêmea	85,4	14,6	0,0	0,0	0,0

Verificou-se que a frequência dos escores de lesão no coxim plantar entre os diversos tratamentos foi semelhante, sendo os machos os que apresentaram maior frequência de escore 0 (ausência de lesões no coxim plantar), enquanto as fêmeas apresentaram frequência maior de escores 1 e 2 em relação aos machos dentro de cada tratamento. As aves criadas no piso plástico (machos e fêmeas) apresentaram uma tendência maior de lesões no coxim plantar, em relação a aves criadas na maravalha. Esse resultado difere do encontrado por Kacher et al. (2013), que ao compararem o efeito em piso plástico e maravalha na criação de patos, verificaram menor frequência de lesão no pé em animais criados no piso plástico, em relação a animais criados na maravalha.

Para escore de lesão no jarrete, observou-se que no piso plástico houve uma maior quantidade de animais com ausência desse tipo de lesão em relação aos animais criados sobre a maravalha, chegando a um valor de aproximadamente 90%

dos animais. Na maravalha, houve 6,2% das fêmeas e 14,6% dos machos com escore 2 para lesão de jarrete, o que é inaceitável para o bem-estar animal, demonstrando assim uma maior eficiência do piso plástico na redução das lesões de jarrete, para aves criadas em conforto térmico.

Os dados referentes aos escores de higiene para aves criadas em conforto térmico, encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 – Frequência dos escores de higiene (%) para aves criadas em conforto térmico

		Escore de Higiene			
		0	1	2	3
Maravalha	Macho	2,1	37,5	35,4	25,0
	Fêmea	2,1	37,5	37,5	22,9
Piso	Macho	2,1	72,9	25,0	0,0
Plástico	Fêmea	2,1	41,6	56,2	0,0

Para os valores de escore de higiene, observou-se que aves criadas na maravalha apresentaram baixa frequência de escore 1, tido como mais adequado pela indústria, sendo a maior diferença observada pelos machos, que na maravalha apenas 37,5% apresentaram este escore, enquanto que no piso plástico 72,9% das aves apresentaram esse grau de higiene, nas fêmeas o escore 1 não apresentou diferença entre os tratamentos, sendo que as fêmeas da maravalha obtiveram frequência de 37,5%, inferior a frequência no piso plástico que foi de 41,6%. Para o escore 2, verificou-se que os machos da maravalha apresentaram maior frequência (35,4%) em relação aos machos do piso plástico (25%). Já o comportamento das fêmeas foi inverso aos machos, sendo a maior frequência de escore 2 observada nas fêmeas do piso plástico (56,25%) em relação as fêmeas criadas na maravalha (37,5%). Na maravalha, 25% dos machos e 22,9% das fêmeas apresentaram escore de higiene 3, sendo que este escore é indesejável pela indústria, enquanto que no piso plástico não houve frequência desse escore.

Em suma, o piso plástico melhorou a higiene dos animais, tal resultado está de acordo ao encontrado por Karcher et al. (2013), que verificaram uma melhor situação de higiene em patos criados sobre piso plástico, em relação aos criados sobre cama convencional. Akpobome e Fanguy (1992) também observaram a

eficiência da criação sobre piso plástico na higiene dos animais, onde ao estudarem diferentes tipos de cama, verificaram melhores condições de limpeza das penas de frangos de corte criados em piso plástico em relação a criação sobre maravalha.

Na Tabela 7 são apresentados os valores de escore de locomoção para frangos de corte criados em conforto térmico.

Tabela 7 – Frequência dos escores de locomoção (%) para aves criadas em conforto térmico

		Escore de Locomoção					
		0	1	2	3	4	5
Maravalha	Macho	0,0	0,0	12,5	79,2	6,2	2,1
	Fêmea	0,0	2,1	39,6	54,2	4,2%	0,0
Piso	Macho	0,0	0,0	12,5	54,2	31,2	2,1
Plástico	Fêmea	0,0	0,0	25,0	64,6	10,4	0,0

Para escore de locomoção, verificou-se que, tanto para cama como sexos, não houve incidência de animais escore 0 e uma incidência mínima de escore 1, o que já era esperado, tendo em vista que frangos de corte de linhagens de rápido crescimento possuem dificuldade de se locomover, em relação aos animais de linhagens de crescimento lento (caipira), devido ao rápido ganho de peso e a incapacidade do sistema locomotor do animal de acompanhar a massa corporal. Para o escore 2, classificação dada a animais com pouca dificuldade de se locomover, verificou-se que para as fêmeas, em ambos os tratamentos, a frequência foi semelhante (12,5%), enquanto que para machos a diferença foi maior, sendo que os criados em maravalha apresentaram uma frequência maior (39,6%) em relação aos criados no piso plástico (25%).

Para o escore 3, onde os animais apresentam uma anomalia óbvia no sistema locomotor e que compromete sensivelmente a mobilidade do animal, observou-se maior frequência para machos criados na maravalha (79,2%), seguido de fêmeas criadas no piso plástico (64,6%) e fêmeas na maravalha e machos no piso plástico com 54,2% para ambos. Em relação ao escore 4, ou escore crítico, onde animais apresentam anormalidade severa no sistema locomotor, fazendo com que o animal seja capaz de dar apenas poucos passos e se sentar, observou-se frequência maior no tratamento com piso plástico, tanto para machos (31,25%)

quanto para fêmeas (10,4%), em relação a machos e fêmeas criados na maravalha que apresentaram frequência de 6,2% e 4,16%, respectivamente. Para escore 5, classificação dada a um animal incapaz de andar, a frequência foi semelhante entre machos nos dois tratamentos, atingindo 2,1% do lote, enquanto que para as fêmeas não observou-se incidência de aves nessa situação em ambos os tratamentos.

Os resultados demonstram que no sistema de criação sobre o piso plástico, os animais tendem a ter mais problemas locomotores em relação aos animais criados no sistema convencional (maravalha), fato esse possivelmente ocasionado pela baixa absorção de impactos neste piso, e pela baixa aderência dos animais nessa superfície em relação a maravalha, onde os animais estão sobre um substrato macio, capaz de absorver impacto e que dá mais aderência ao animal, favorecendo melhor desenvolvimento do sistema locomotor. Outra possível explicação seria o maior peso das aves, já que de acordo com Nããs et al. (2010), a dificuldade de locomoção em frangos de corte está diretamente ligada ao peso do animal, onde animais mais pesados tendem a apresentar maior incidência de problemas locomotores em relação a animais mais leves. Fernandes et al. (2012) observaram uma proporcionalidade entre grau de dificuldade de locomoção e o peso dos animais, onde animais com maiores valores de escores de locomoção (maior dificuldade em se locomoverem) apresentavam peso numericamente superior a animais com menor dificuldade de locomoção.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados referentes ao rendimento de carcaça e de partes dos animais criados em conforto térmico.

Tabela 8 – Rendimento de carcaça e partes de aves em conforto térmico (kg)

		Despejo e rendimento das carcaças e partes de aves em comércio semidesossado (%)											
		Peso Vivo		Carcaça		Peito		Coxa + sobrecoxa		Dorso		Asa	
Maravalha	Macho	3,050	b	2,310	b	0,942	b	0,637	b	0,492	b	0,227	a
	Fêmea	2,660	c	2,000	c	0,819	c	0,544	c	0,426	c	0,195	a
Piso plástico	Macho	3,250	a	2,440	a	1,007	a	0,678	a	0,508	a	0,236	a
	Fêmea	2,750	c	2,070	c	0,857	c	0,567	c	0,443	c	0,230	a

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que para peso vivo, peso de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa os machos alcançaram maiores valores em relação as fêmeas, independente do

tratamento. O maior peso vivo ($p<0,05$) observado foi de machos no piso plástico (3,250kg) seguido por machos criados na maravalha (3,050kg), ficando as fêmeas criadas na maravalha (2,660kg) e do piso plástico (2,750kg) com menores valores de peso vivo. O mesmo foi observado para peso de carcaça, onde machos do piso plástico apresentaram um valor significativamente superior de peso de carcaça (2,440kg) em relação aos machos criados na maravalha (2,310kg), não sendo observada diferença significativa entre as fêmeas, onde apresentaram valores inferiores de peso de carcaça 2,000kg e 2,070kg para maravalha e piso plástico, respectivamente.

Em relação ao peso do peito, verificou-se que os machos criados no piso plástico apresentaram um peso de peito maior (1,007kg) em relação aos machos criados no sistema convencional sobre maravalha (0,942kg), sendo que fêmeas da maravalha (0,819kg) e piso plástico (0,857kg) não se diferiram entre si, apresentando valores inferiores em relação aos machos. O mesmo ocorreu para peso de coxa+sobrecoxa, onde observa-se os menores pesos nas fêmeas, não havendo diferença significativa para peso desta parte entre fêmeas da maravalha (0,544kg) e piso plástico (0,567kg), sendo o maior valor observado em machos criados no piso plástico (0,678kg), ficando os machos criados na maravalha (0,637kg) com valor intermediário. Para o peso do dorso, observou-se diferença significativa apenas entre machos e fêmeas dentro dos tratamentos, onde os machos apresentaram um maior peso de dorso em relação as fêmeas. Para peso da asa, não se observou diferença significativa entre os tratamentos.

Na tabela 9 estão apresentados os valores de rendimento de carcaça quente e de partes dos animais criados em conforto térmico.

Tabela 9 – Rendimento de carcaça e de partes de aves (%) criadas em conforto térmico

		Carcaça		Peito		Coxa+ sobrecoxa		Dorso		Asa	
Maravalha	Macho	75,7	a	40,7	a	27,6	a	21,3	a	9,8	a
	Fêmea	75,1	a	41,0	a	27,3	a	21,3	a	9,8	a
Piso plástico	Macho	75,0	a	41,3	a	27,9	a	20,8	a	9,7	a
	Fêmea	75,2	a	41,4	a	27,4	a	21,4	a	11,0	a

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Verifica-se que não houve diferença significativa para rendimento de carcaça, peito, coxa+sobrecoxa, dorso e asa entre os tratamentos, demonstrando que os fatores estudados não influenciaram no rendimento de carcaça e partes dos animais. Tais resultados diferem dos encontrados por Oba et al. (2012), que obtiveram para frangos de corte machos da linhagem Cobb criados em conforto térmico, rendimento de carcaça (71,2%), peito (34,05%), coxa+sobrecoxa (33,32%), dorso (18,96%) e da asa (11,46%).

Franco et al. (2012) em seu estudo com frangos de corte machos, encontraram valores diferentes dos observados nesta pesquisa, onde os pesquisadores obtiveram rendimento de carcaça de 68%, rendimento de peito 34,51% e de coxa+sobrecoxa 32,20%, sendo que para rendimento de peito e carcaça, os valores obtidos pelos pesquisadores foram inferiores aos observados para machos e fêmeas neste estudo, já para rendimento de coxa+sobrecoxa, o rendimento significativamente superior ao observado neste trabalho.

Boiago et al. (2013) ao estudarem o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte machos criados em conforto térmico, observaram rendimento de carcaça (72,54%) e de peito (36,91%), valores estes inferiores aos encontrados neste trabalho. Já para o rendimento de coxa+sobrecoxa, os autores verificaram um rendimento superior ao encontrado neste estudo, sendo obtido pelos autores um rendimento de 30,04%, enquanto que neste estudo o rendimento foi de 27,6% e 27,9% para machos criados em maravalha e piso plástico, respectivamente. O rendimento de dorso e asas foram semelhantes aos encontrados neste estudo, sendo observado por Boiago et al. (2013) rendimento de dorso (21,85%) e asas (10,6%).

3.2. Experimento 2 – Estresse Térmico

A seguir são apresentados os gráficos de concentração de amônia (Figura 11) e dióxido de carbono (Figura 12) para frangos de corte criados em estresse térmico.

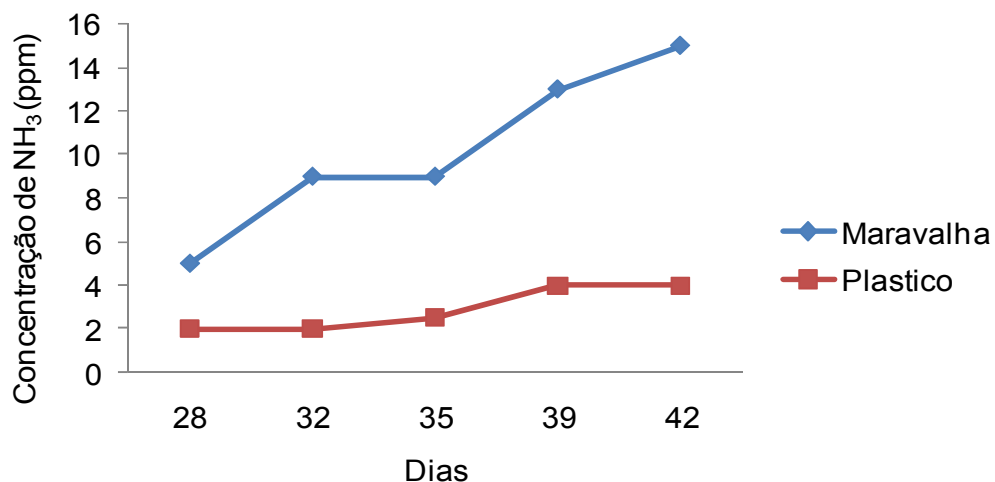


Figura 11 - Concentração de amônia (ppm) no ambiente de criação em estresse térmico

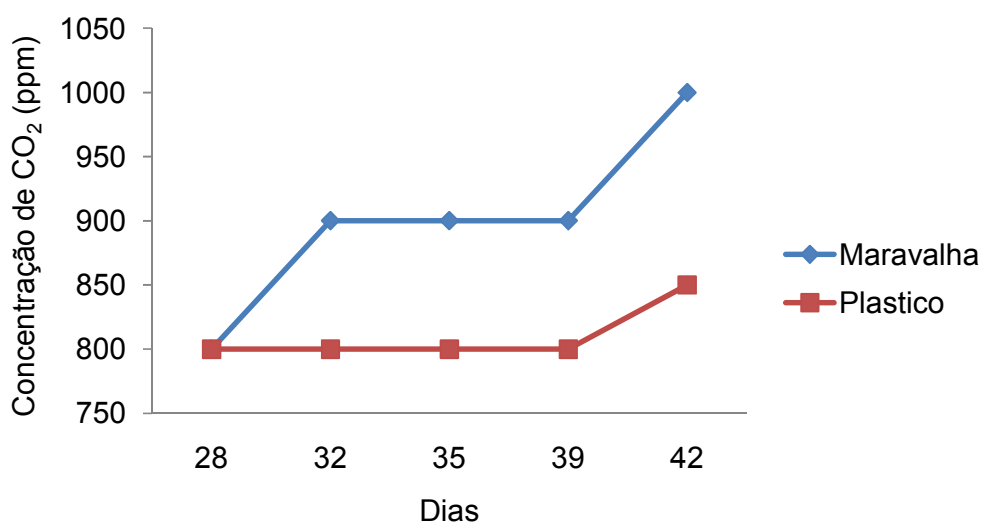


Figura 12 - Concentração de dióxido de carbono (ppm) no ambiente de criação em estresse térmico

Observou-se grande diferença na concentração de amônia entre os tratamentos, sendo verificada uma maior concentração deste gás no ambiente com maravalha em relação ao ambiente com piso plástico. No piso plástico, aos 42 dias, a concentração deste gás chegou a 4ppm, enquanto que no mesmo período, na maravalha, verificou-se uma concentração de 15ppm, quase quatro vezes maior que no outro sistema. As concentrações de amônia permaneceram abaixo do limite crítico para conforto de aves, que de acordo com a Globalgap (2007) é de 20ppm. Resultados semelhantes foram encontrados por Madrid et al. (2012), que ao estudarem o efeito da adição de sulfato de alumínio na cama de frango, sobre a concentração de amônia no ar, verificaram que, aos 39 dias a concentração de NH_3 no ambiente era de 11,4ppm para a utilização da maravalha pura e 10,9ppm para maravalha com adição de sulfato de alumínio. Tais valores estão próximos aos encontrados neste estudo, sendo observado aos 39 dias concentrações de amônia de 13ppm com a utilização da maravalha e 4ppm no ambiente com piso plástico. Aos 42 dias, Madrid et al. (2012) também obtiveram uma maior concentração de amônia no ambiente com maravalha pura (5,4ppm) em relação a maravalha com adição de sulfato de alumínio (4,8ppm), valores esses próximos aos encontrados no ambiente com a utilização de piso plástico aos 42 dias (4ppm). Garcês et al. (2013) também verificaram influência da composição da cama na concentração de amônia no ar, verificando maiores concentrações de amônia com a utilização de areia, grama e aparas de jornais em relação a utilização da maravalha.

Observou-se que em estresse térmico a produção de amônia foi inferior em relação ao ciclo realizado em conforto térmico, onde o pico de concentração de amônia em conforto foi de 25ppm (Figura 9), e em estresse 15ppm (Figura 11). Tal fato pode estar relacionado ao menor consumo de alimento pelos animais em estresse térmico, conforme apresentado nas tabelas de desempenho, onde os animais diminuíram significativamente a ingestão alimentar na tentativa de diminuir a produção de calor metabólico, sendo observada diminuição de mais de 1kg de ração por animal criado em estresse térmico, em relação aos criados em conforto térmico.

De acordo com Miles et al. (2011), mais da metade do nitrogênio produzido pelas aves nas suas fezes é perdido para atmosfera como amônia antes que a cama seja removida do galpão. Tal afirmação justifica a menor concentração de amônia

observada em estresse térmico em relação à observada em conforto térmico, pois uma vez que a ave consome menos alimento, essa também excreta menor quantidade de nitrogênio, que por sua vez volatiliza menor quantidade de amônia.

Para CO₂, observou-se que a concentração permaneceu constante no piso plástico entre o 28° e 39° dia (800ppm) sofrendo um aumento nos últimos dias de criação, chegando ao valor máximo de 850ppm aos 42 dias. Na maravalha a concentração sofreu um aumento do 28° para o 32° dia, passando de 800ppm para 900ppm, logo após, a concentração permaneceu estável do 32° ao 39° dia (900ppm), sofrendo novamente um aumento nos últimos dias de criação, atingindo valor máximo de 1000ppm aos 42 dias. A maior concentração de CO₂ no ambiente com a utilização da maravalha, como dito anteriormente é ocasionada pela atividade dos organismos aeróbicos na degradação da matéria orgânica presente na cama.

Observou-se que, assim como para amônia, as concentrações de CO₂ permaneceram em níveis inferiores aos observados no ciclo em conforto térmico, tal fato também pode ser explicado pelo menor consumo alimentar dos animais, onde o animal passou a liberar menos CO₂ devido à diminuição do metabolismo energético, ocasionado pelo estresse, já que de acordo com Brouwer (1965), a produção de CO₂ pelos animais é derivada da sua taxa de metabolismo energético, que está relacionada com o nível de alimentação e com a composição da dieta. A concentração de CO₂ tanto no tratamento com a utilização da maravalha quanto com a utilização do piso plástico, permaneceu abaixo do limite crítico para frangos de corte, que de acordo com a Globalgap (2007) é de 5000ppm.

Na Tabela 10 encontram-se os resultados referentes ao desempenho dos animais criados em estresse térmico de 1 a 42 dias.

Tabela 10 - Desempenho zootécnico das aves criadas em estresse térmico

		Peso Médio (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,133 a b	0,386 a	0,732 a	1,910 a	1,980 b	2,450 b
	Fêmea	0,131 b	0,367 a	0,701 a b	1,250 b	1,770 c	2,190 c
Piso	Macho	0,140 a b	0,389 a	0,719 a b	1,390 a	2,120 a	2,640 a
Plástico	Fêmea	0,141 a	0,382 a	0,691 b	1,280 b	1,900 c b	2,310 b c
		Ganho de Peso (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,084 b	0,337 a	0,683 a	1,360 a	1,940 b	2,400 b
	Fêmea	0,081 a b	0,318 a	0,652 a b	1,200 b	1,720 c	2,140 c
Piso	Macho	0,090 a	0,340 a	0,669 a b	1,340 a	2,070 a	2,600 a
Plástico	Fêmea	0,091 a	0,333 a	0,642 b	1,230 b	1,840 c b	2,260 b c
		Consumo de Ração (kg)					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	0,101 a	0,481 a	0,967 a	1,920 a	2,940 a	4,020 a b
	Fêmea	0,103 a	0,483 a	0,939 a b	1,760 b	2,630 b	3,730 b
Piso	Macho	0,100 a	0,470 a	0,887 a b	1,810 a b	2,920 a	4,120 a
Plástico	Fêmea	0,100 a	0,456 a	0,860 b	1,700 b	2,650 b	3,730 b
		Conversão Alimentar					
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias
Maravalha	Macho	1,21 a	1,43 a	1,42 a	1,41 a b	1,52 b	1,67 a b
	Fêmea	1,25 a	1,52 a	1,44 a	1,46 b	1,53 b	1,75 b
Piso	Macho	1,11 b	1,39 a	1,33 a	1,36 a	1,41 a	1,59 a
Plástico	Fêmea	1,11 b	1,37 a	1,34 a	1,38 a b	1,44 a	1,62 a b

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Observou-se que aos 7 dias de idade, o maior peso médio (PM) foi obtido pelas fêmeas criadas no piso plástico (0,141kg) e o menor PM nas fêmeas criadas na maravalha (0,131kg), ficando os machos de ambos os tipos de cama com valores intermediários de PM. O maior GP aos 7 dias foi obtido nos animais criados no sistema piso plástico, tanto machos (0,090kg) quanto fêmeas (0,091kg), e o menor GP para machos criados na maravalha (0,084kg) ficando as fêmeas criadas na maravalha com 0,081kg. Não houve diferença para CR entre as camas e sexos aos 7 dias de idade. Já para CA observou-se melhor resposta nos animais criados no piso plástico, com CA de 1,11 tanto para machos quanto para fêmeas, enquanto machos e fêmeas criados na maravalha apresentaram CA de 1,21 e 1,25, respectivamente.

Aos 14 dias não foram observadas diferenças significativas entre os tipos de cama e sexos para PM, GP, CR e CA. Aos 21 dias de criação observou-se maior PM

nos machos criados na maravalha (0,732kg) e o menor nas fêmeas criadas no piso plástico (0,691kg), ficando as fêmeas criadas em maravalha e machos no piso plástico com valores intermediários 0,701kg e 0,719kg, respectivamente. O comportamento de GP foi idêntico ao observado para PM, onde o maior valor foi encontrado em machos sobre a maravalha (0,683kg) e o menor em fêmeas criadas sobre o piso plástico (0,642kg), ficando os demais com valores intermediários. O CR aos 21 dias seguiu também o mesmo comportamento de PM e GP, sendo o maior valor também encontrado em machos sobre maravalha (0,967kg) e o menor em fêmeas sobre o piso plástico, ficando os demais tratamentos com valores intermediários. Não foi observada diferença significativa para CA aos 21 dias de idade.

Aos 28 dias de idade houve diferença significativa para PM apenas entre os sexos, sendo observados tanto na maravalha quanto no piso plástico maiores PM para machos (1,410kg e 1,390kg) em relação as fêmeas (1,250kg e 1,280kg), respectivamente. Para CR aos 28 dias o maior valor foi observado em machos criados na maravalha (1,920kg) e o menor em fêmeas criadas no piso plástico (1,700kg) e maravalha (1,760kg), sendo que machos criados no piso plástico apresentaram valor intermediário para CR (1,810kg). A melhor CA aos 28 dias foi observada em machos criados sobre piso plástico (1,36) e a pior em fêmeas na maravalha (1,46), ficando os demais animais com valores intermediários.

Aos 35 dias de idade foi observada diferença significativa para todos os parâmetros analisados (PM, GP, CR e CA). Para PM, o melhor resultado foi observado em machos criados no piso plástico (2,120kg) e o pior em fêmeas criadas em maravalha (1,770kg). Sendo que em ambos os tratamentos os machos se sobressaíram em relação às fêmeas quanto ao PM. Para GP, o melhor resultado foi apresentado por machos no piso plástico (2,070kg) e o pior pelas fêmeas criadas na maravalha (1,720kg). Para CR houve diferença significativa apenas entre sexos, sendo que os machos independente do tratamento comeram mais que as fêmeas. Aos 35 dias de idade as melhores CA observadas foram nos animais criados no piso plástico, observando-se para machos (1,41) e para fêmeas (1,44) valores de CA significativamente inferior ao verificado para machos (1,52) e fêmeas (1,53) criados na maravalha.

Ao final do ciclo, 42 dias, verificou-se diferença significativa para PM, GP, CR e CA. O maior PM verificado foi de machos criados no piso plástico (2,640kg) seguido de machos criados na maravalha (2,450kg), sendo o menor PM o de fêmeas criadas na maravalha (2,190kg). Já as fêmeas criadas no piso plástico apresentaram PM intermediário entre os dois últimos citados. Em relação ao GP, o maior valor foi observado em machos criados no piso plástico (2,600kg), seguidos de machos criados na maravalha (2,400kg), e o menor GP observado para fêmeas criadas na maravalha (2,140kg), ficando as fêmeas criadas no piso plástico com GP intermediário entre os dois últimos citados (2,260kg). O maior CR observado foi para machos criados no piso plástico (4,120kg) e o menor CR para fêmeas criadas no piso plástico (3,680kg) e na maravalha (3,730kg), apresentando valor intermediário os machos criados na maravalha (4,020kg). A melhor CA observada foi para machos criados no piso plástico (1,59), e a pior para fêmeas criadas na maravalha (1,75), ficando os machos criados na maravalha (1,67) e fêmeas no piso plástico (1,62) com valores intermediários de CA.

Comparando-se os dados de desempenho obtido pelos animais em situação de estresse térmico com os valores tabelados para a linhagem (COBB, 2012), observou-se um decréscimo de PM e CR em relação à média do que o animal é capaz de ganhar e consumir, onde, aos 42 dias espera-se obter para machos PM (2,951kg) e CR (4,994kg), e para fêmeas PM (2,511kg), CR (4,317kg). Sendo observado para machos criados na maravalha PM (2,450kg) e CR (4,020kg), e no piso plástico PM(2,640kg) e CR(2,600kg) e, para fêmeas na maravalha PM (2,190kg) e CR(3,730kg), e no piso plástico PM(2,310) e CR(2,730kg). Observando-se os valores de PM e CR, verifica-se que os animais criados no piso plástico, independente do sexo, apresentaram valores mais próximos ao que se é esperado para a linhagem.

Os resultados referentes ao PM das aves aos 42 dias diferem do encontrado por Akpobome e Fanguy (1992), que ao estudarem o desempenho de frangos de corte em diferentes tipos de cama, não verificaram diferença significativa para PM aos 42 dias para frangos criados em cama convencional e piso plástico.

Em relação a CA ao final do ciclo, verificou-se que os valores encontrados neste estudo diferem do esperado pela linhagem, que de acordo com o manual

Cobb (2012) é de 1,69 para machos e 1,72 para fêmeas. Neste estudo, machos criados na maravalha apresentaram CA (1,67) e no piso plástico (1,59), ambos melhores que o tabelado. Já para as fêmeas, observou-se CA (1,62) para as criadas em piso plástico e pior CA para fêmeas criadas na maravalha (1,75), sendo esse resultado negativo em relação ao esperado para linhagem.

Os resultados obtidos neste estudo diferem dos encontrados por Oba et al. (2012), que obtiveram desempenho para machos da linhagem Cobb criados em estresse térmico inferior ao observado neste trabalho. Para GP Oba et al. (2012) observaram 2,18kg, valor inferior ao apresentado por machos criados na maravalha (2,400kg) e no piso plástico (2,600kg). Observou-se diferença também para CR, onde os autores obtiveram CR (4,070kg), superior ao encontrado neste estudo para machos criados na maravalha (4,020kg) e inferior em relação aos machos criados no piso plástico (4,120kg). Para CA, o presente estudo apresentou desempenho superior, onde machos criados no piso plástico apresentaram CA (1,59) e machos na maravalha (1,67), enquanto que os autores encontraram CA (1,87).

Abreu et al. (2011) ao estudarem a influência do tipo de substrato no desempenho de frangos de corte, observaram diferença significativa para PM, GP, CR e CA entre frangos criados sobre casca de arroz e sobre casca de soja, onde verificou-se que as aves criadas sobre cama de casca de arroz tiveram seu desempenho favorecido em relação as aves criadas em cama de casca de soja. Bilgili et al. (2009) ao estudarem diferentes tipos de materiais de cama sobre o desempenho de frangos de corte, observaram pouca influencia do tipo de cama no desempenho animal. Boiago et al. (2013) ao estudarem o desempenho de frangos de corte criados em situação de estresse térmico, encontraram valores de desempenho inferiores aos observados neste trabalho, sendo verificado pelos autores CR (3,895kg), GP (1,809kg) e CA (2,1kg). Lana et al. (2000) também verificaram desempenho inferior ao encontrado neste trabalho, sendo verificado CR (3,959kg), GP (1,900kg) e CA (2,13kg).

Na Tabela 11 são apresentados os dados referentes a produtividade (kg.m^{-2}) e viabilidade (%) dos animais nos diversos tratamentos criados sobre estresse térmico.

Tabela 11 - Produção de carne e viabilidade de frangos de corte criados em estresse térmico

		Produção de Carne (kg.m ⁻²)		Viabilidade (%)	
Maravalha	Macho	29,27	a	100	a
	Fêmea	25,23	b	95,83	a
Piso	Macho	29,81	a	94,45	a
Plástico	Fêmea	26,94	a b	95,83	a

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para produção de carne das aves criadas em estresse térmico, observou-se diferença significativa ($p < 0,05$), sendo a maior produção de carne obtida por machos criados no piso plástico (29,810 kg.m⁻²) e na maravalha (29,270 kg.m⁻²), e menor para fêmeas criadas na maravalha (25,230 kg.m⁻²), sendo que fêmeas criadas em piso plástico não diferiram dos demais tratamentos (26,940 kg.m⁻²).

Para viabilidade não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Os valores de viabilidade para machos criados na maravalha e em piso plástico diferem dos encontrados por Oba et al. (2012), que observaram uma viabilidade de 85,94% para machos de frangos de corte criados em estresse térmico, sendo este valor significativamente inferior aos observados para machos criados na maravalha (100%) e no piso plástico (94,45%). Santiago et al. (2006) também não verificaram diferença significativa para viabilidade ao estudarem diferentes tipos de materiais de cama (casca de arroz, casca de arroz + papel branco e casca de arroz + jornal) sobre o desempenho de frangos de corte. Boiago et al. (2013) estudando estresse calórico observaram viabilidade de 89% para machos, valores inferiores aos encontrados neste trabalho que foram de 100% para machos criados na maravalha e 94,45% para machos criados no piso plástico.

Na Tabela 12 são apresentados os dados referentes à frequência de lesão de peito dos animais criados em estresse térmico.

Tabela 12 – Frequência de lesão de peito em aves criadas em estresse térmico (%)

		Lesão no Peito			
		0	1	2	3
Maravalha	Macho	100	0,0	0,0	0,0
	Fêmea	100	0,0	0,0	0,0
Piso	Macho	89,6	10,4	0,0	0,0
plástico	Fêmea	100	0,0	0,0	0,0

Observou-se que na maravalha não houve incidência de lesões de peito para fêmeas e machos, enquanto que no piso plástico 10,4% dos machos apresentaram escore de lesão de peito nível 1, caracterizada por uma pequena inflamação na pele, mas que não causa a condenação da parte pela indústria. Uma possível explicação é que na criação em estresse térmico as aves tendem a permanecer prostradas na tentativa de trocar calor com o piso, neste caso como o piso plástico é mais rígido em relação a maravalha, promove a formação de inflamações, podendo desenvolver calos, que dependendo da quantidade e da dimensão ocasionam a condenação da carcaça.

Akpobome e Fanguy (1992) também verificaram uma maior incidência de lesões no peito em frangos de corte machos criados sobre o piso plástico em relação aos criados sobre a maravalha. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrews et al. (1990), que ao estudarem o desempenho de frangos de corte criados sobre diferentes tipos de superfícies, observaram uma maior incidência de lesão no peito em machos criados sobre o piso plástico em relação aos criados sobre cama convencional, não sendo observada incidência de lesões de peito em fêmeas. Mitterer-Istyaginet al. (2011) verificaram maior incidência de lesões no peito (bolhas) em perus machos em relação as fêmeas, sendo justificado pelo maior peso dos machos, onde, ao se deitarem, é exercida maior pressão dessa parte na cama, o que leva ao maior número de lesões. Para Garcia et al. (2012), a maior incidência deste tipo de lesão em machos está relacionada ao empenamento tardio de machos em relação as fêmeas, o que resulta em um período de maior exposição e contato da pele com o meio, levando a uma maior incidência de dermatites.

Na Tabela 13 encontram-se descritos os dados referentes a frequência de escores de lesões no jarrete e coxim plantar de aves criadas em estresse térmico.

Tabela 13 – Frequência de lesão de coxim plantar e jarrete em aves criadas em estresse térmico, em %.

		Lesão no Cxim Plantar				
		0	1	2	3	4
Maravalha	Macho	43	50	7	0	0
	Fêmea	71	19	10	0	0
Piso plástico	Macho	60	26	12	2	0
	Fêmea	75	10	13	2	0
		Lesão no Jarrete				
		0	1	2	3	4
Maravalha	Macho	21	71	7	0	0
	Fêmea	29	46	23	2	0
Piso plástico	Macho	38	36	21	5	0
	Fêmea	50	38	13	0	0

Para escore de lesão no coxim plantar, observou-se uma maior frequência de escore 0 (ausência de lesões) para aves criadas no piso plástico, onde 60% dos machos e 75% das fêmeas se enquadraram nessa característica, enquanto que na maravalha, apenas 43% dos machos e 71% das fêmeas apresentaram escore 0. Houve maior incidência de escore 1 (lesão leve e em fase inicial) para aves criadas em maravalha, onde 50% dos machos e 19% das fêmeas criadas nesse tratamento se enquadraram neste escore, ao mesmo tempo que apenas 20% dos machos e 10% das fêmeas do piso plástico apresentaram escore 1 de lesão de coxim plantar. Houve uma maior porcentagem de aves criadas em piso plástico com escore 2 (queimadura leve), 12% dos machos e 13% das fêmeas, em relação a machos e fêmeas criados na maravalha, que apresentaram 7% e 10% de aves escore 2 para lesão de coxim plantar, respectivamente. Para escore 3, observou-se frequência apenas no piso plástico, onde 2% dos machos e 2% das fêmeas apresentaram esse escore. Não houve incidência de animais escore 4 em nenhum dos tratamentos.

Com esses resultados é possível inferir que existe a influência do tipo de piso sobre a frequência de lesões de coxim plantar nas aves, onde aves criadas sobre o piso plástico, independente do sexo, apresentaram uma maior frequência de escores 2 e 3 de lesão para coxim plantar, caracterizando uma situação negativa.

Abreu et al. (2011) também verificaram efeito do tipo de cama na incidência de lesões de coxim plantar em frangos de corte, onde foi possível observarem uma maior incidência de lesão de coxim plantar em frangos criados em cama de palha de soja em relação aos criados em cama de palha de arroz. Bilgili et al. (2009) ao avaliarem oito tipos de materiais de cama, também verificaram influência do tipo de material na quantidade de dermatites nos pés das aves.

Para lesão de jarrete, verificou-se que houve uma maior incidência de escore 0 para aves criadas no piso plástico (38% dos machos e 50% das fêmeas) em relação as aves criadas na maravalha (21% dos machos e 29% das fêmeas). Para escore 1, houve uma maior incidência para aves criadas na maravalha (71% dos machos e 46% das fêmeas) em relação a aves criadas no piso plástico (36% dos machos e 38% das fêmeas). Para escore 2 de lesão de jarrete, verificou-se que houve uma maior incidência de machos criados no piso plástico (21%) em relação a machos criados na maravalha (7%), e uma maior incidência deste escore para fêmeas criadas na maravalha (23%) em relação a fêmeas criadas no piso plástico (13%). A frequência de aves com escore 3 de lesão de jarrete foi baixa, sendo observada maior incidência para machos criados no piso plástico (5%). Não foi observada frequência de escore 4 nos tratamentos estudados.

A maior incidência de escore 3 para lesão de jarrete em machos no piso plástico, pode estar relacionada ao maior peso dessas aves, tendo em vista que de acordo com Garcia et al. (2012), quanto mais pesado é o animal, maior é a pressão sobre seus membros locomotores, podendo causar maior quantidade de lesões em relação a animais mais leves. Nesse sentido, como os machos criados no piso plástico em situação de estresse térmico tiveram um maior PM em relação aos machos criados na maravalha, e como o piso plástico é um material que tem menor capacidade de absorção de impactos em relação a cama convencional, era esperado uma maior quantidade ou intensidade dessas lesões.

Oliveira et al. (2002) ao estudarem o efeito da utilização de dois tipos diferentes de materiais para cama de frango (serragem e maravalha), verificaram que na densidade de 10 aves.m⁻² não houve efeito do tipo de piso nas lesões de coxim plantar e jarrete, enquanto que na densidade de 14 aves.m⁻², houve maior incidência de lesões de jarrete e coxim plantar para aves criadas sobre serragem.

Na Tabela 14 estão apresentados os resultados referentes ao escore de higiene das aves criadas em estresse térmico.

Tabela 14 – Frequência dos escores de higiene (%) de aves criadas em estresse térmico

		Escore de Higiene			
		0	1	2	3
Maravalha	Macho	0	14	67	19
	Fêmea	2	19	64	14
Piso plástico	Macho	0	55	40	5
	Fêmea	2	48	48	2

O sistema de criação sobre piso plástico favoreceu a higiene dos animais, sendo isso observado na Tabela 14, onde 55% dos machos neste sistema apresentaram escore 1 de higiene e apenas 14% dos machos criados na maravalha se enquadraram neste escore. Para as fêmeas 48% das criadas em piso plástico apresentaram escore de higiene 1 contra 19% das criadas em maravalha. Para escore 2 de higiene, observou-se um maior número total de aves na maravalha (67% dos machos e 64% das fêmeas) contra 40% de machos e 48% de fêmeas no piso plástico. Para escore 3, observou-se uma frequência maior para aves criadas na maravalha (19% de machos e 14% de fêmeas) em relação ao piso plástico (5% de machos e 2% de fêmeas).

O escore 3 de higiene não é bem visto pelas normas de bem estar e nem pela indústria de processamento de carne. Esse maior número de aves sujas na maravalha (escore 2 e 3) deve-se ao comportamento observado das aves se amontoarem sob o bebedouro e tombar água sobre a cama, deixando-a úmida na tentativa de favorecer as trocas térmicas nessa situação de estresse térmico em que foram criadas, comportamento semelhante foi observado nos animais criados sobre o piso plástico, porém, como não havia cama e poucos dejetos sobre o piso, os animais se sujaram menos. Tais resultados corroboram com os observados por Akpobome e Fanguy (1992), onde verificaram melhores condições de higiene em aves criadas sobre o piso plástico em relação a aves criadas sobre a maravalha. Karcher et al. (2013) também verificaram a eficiência do piso plástico na limpeza das

aves, observando que patos criados sobre o piso plástico apresentam penas significativamente mais limpas que patos criados no sistema convencional.

Na Tabela 15 encontram-se descritos os resultados de escore de locomoção das aves criadas em estresse térmico.

Tabela 15 – Frequência de escores de locomoção (%) em aves criadas em estresse térmico

		Escore de Locomoção					
		0	1	2	3	4	5
Maravalha	Macho	0,0	0,0	10,42	64,58	18,75	6,25
	Fêmea	0,0	0,0	18,75	70,83	6,25	4,16
Piso plástico	Macho	0,0	0,0	2,08	50,00	27,08	20,83
	Fêmea	0,0	0,0	20,83	64,58	14,58	0,00

Em ambos os tratamentos não houveram aves nos escores 0 e 1 de locomoção, sendo que para o escore 2 observou-se um maior número de machos criados na maravalha (10,42%) em relação a machos criados no piso plástico (2,08%), para as fêmeas a frequência de escore 2 de locomoção foi semelhante para as criadas na maravalha (18,75%) e piso plástico (20,83%). Para o escore de locomoção 3, observou-se uma maior frequência para as fêmeas, tanto criadas na maravalha (70,83%), quanto no piso plástico (64,58%). Um dado de extrema importância é a quantidade de machos no piso plástico que apresentaram escore de locomoção entre 4 e 5 que somam aproximadamente 48%, quase a metade do total de aves amostradas. Mais uma vez o piso plástico proporcionou uma piora no sistema locomotor das aves que foram criadas sobre o mesmo, fato esse que pode estar ligado tanto às características físicas do material de construção do piso, quanto ao maior PM das aves criadas nesse sistema, já que de acordo com Mitterer-Istyagin et al. (2011), o maior PM das aves pode estar relacionado ao maior número de lesões nas mesmas. De acordo com o protocolo da Welfare Quality para frangos de corte, os escores 4 e 5, onde os animais possuem sérias dificuldades de se locomover ou mesmo se tornam incapazes, é tido como inaceitável, pois além de representar uma situação em que o animal pode estar sobre sofrimento e angústia, pode significar também maior contaminação durante o abate e processamento.

Na Tabela 16 encontram-se os resultados referentes ao rendimento de carcaça e partes (kg) de frangos de corte criados em estresse térmico.

Tabela 16 – Peso de carcaça e de partes (kg) de aves criadas em estresse térmico

		PV		Carcaça		Peito		Dorso		Coxa+ sobrecoxa		Asa	
Maravalha	Macho	2,43	a	1,794	a	0,729	a	0,35	a	0,324	c	0,187	a
	Fêmea	2,05	c	1,512	c	0,659	b	0,296	c	0,412	c	0,159	c
Piso	Macho	2,51	a	1,844	a	0,747	a	0,371	a	0,536	a	0,192	a
Plástico	Fêmea	2,21	b	1,638	b	0,668	b	0,321	b	0,477	b	0,174	b

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os maiores pesos vivos observados foram para machos, com 2,510kg e 2,430kg para animais criados no piso plástico e maravalha, respectivamente, sendo o menor PV o de fêmeas criadas na maravalha (2,050kg). Para peso de carcaça (PC) o comportamento foi semelhante ao observado para PV, sendo os maiores valores observados para machos no piso plástico (1,844kg) e maravalha (1,794kg) e o menor em fêmeas criadas na maravalha (1,512kg). O peso do peito diferiu apenas entre machos e fêmeas, sendo que os machos tanto criados no piso plástico (0,747kg), quanto na maravalha (0,729kg), apresentaram maiores valores em relação as fêmeas nesses sistemas. Para os pesos de dorso, coxa+sobrecoxa e asa, o comportamento foi semelhante ao do PV, observando-se diferença significativa entre tratamentos e sexos, onde os maiores pesos foram observados em machos independente do tratamento, seguidos da fêmeas criadas no piso plástico, e por último pelas fêmeas criadas na maravalha, que obtiveram menor desempenho.

Na Tabela 17 encontram-se os resultados referentes ao rendimento das partes (%) das aves criadas em estresse térmico.

Tabela 17 – Rendimento de carcaça e de partes (%) de aves criadas em estresse térmico

		Carcaça		Peito		Dorso		Coxa + Sobrecoxa		Asa	
Maravalha	Macho	74,0	a	40,6	a	19,5	a	29,2	a	10,5	a
	Fêmea	73,8	a	40,9	a	19,6	a	28,6	a	10,5	a
Piso plástico	Macho	73,4	a	40,4	a	20,2	a	29,1	a	10,5	a
	Fêmea	74,1	a	40,8	a	19,6	a	29,1	a	10,6	a

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foram observadas diferenças significativas para rendimento de carcaça, peito, Dorso, coxa+sobrecoxa e asa. Os valores para rendimento de carcaça, dorso e asa, são semelhantes ao observado por Oba et al. (2012) para machos de frangos de corte da linhagem Cobb criados em estresse térmico, onde os autores obtiveram rendimento de carcaça (73,26%), dorso (19,56%) e asa (11,09%). Para rendimento de peito e PR de coxa+sobrecoxa, os valores observados neste estudo são superiores aos observados por Oba et al. (2012), que observaram PR de peito (31,90%) e PR de coxa+sobrecoxa (34,65%). Boiago et al. (2013) ao estudarem o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte machos criados em estresse térmico verificaram valores semelhantes aos encontrados neste estudo, onde verificaram, rendimento de carcaça (73,37%), coxa+sobrecoxa (31,75%), dorso (21,06%) e asa (11,27%), observando-se maior diferença para peito, onde obtiveram rendimento inferior ao observado neste trabalho para machos e fêmeas (31,75%). Santiago et al. (2006) ao estudarem diferentes tipos de cama, também não verificaram diferença significativa para rendimento de carcaça em frangos criados sobre os diferentes materiais.

4. CONCLUSÕES

Na criação em conforto térmico, foram observados maiores concentrações de amônia e CO₂ no ambiente com a utilização da maravalha. Os machos apresentaram desempenho superior em relação as fêmeas, sendo observados valores significativamente maiores de peso médio, ganho de peso, consumo de ração e melhor conversão alimentar para machos de frango de corte criados no piso plástico, além de maior produção de carne por m² em relação aos criados na maravalha. Frangos de corte criados no piso plástico também apresentaram melhor desempenho de carcaça, melhor higiene e menor frequência de lesões no jarrete em relação aos animais criados na maravalha. Porém, o sistema de criação no piso plástico promoveu maior frequência de lesão no coxim plantar e uma piora na locomoção dos animais.

Na criação em estresse térmico, as concentrações de amônia e CO₂ no ambiente foram superiores com a utilização da maravalha em relação ao piso plástico. Frangos de corte criados sobre o piso plástico apresentaram melhor desempenho produtivo (peso médio, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) além de maior produção de carne por m₂. Animais criados sobre o piso plástico também apresentaram maior rendimento de carcaça e melhor higiene em relação aos criados sobre a maravalha. Porém, em situação de estresse térmico houve maior incidência de lesões no peito, coxim plantar e jarrete para aves criadas sobre o piso plástico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; CORDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; SILVA, V.S.

Evaluation of litter material and ventilation systems in poultry production: I. overall performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.6, p.1364-1371, 2011.

ANDREWS, L.D.; WHITING, T.S.; STAMPS, L. Performance and carcass quality of

broilers grown on raised floorings and litter. *Poultry Science*, v.69, n.10, p.1644-1651, 1990.

AKPOBOME, G.O.; FANGUY, R.C. Evaluation of cage floor systems for production of

commercial broilers. *Poultry Science*, v.71, n.1, p.274-280, 1992.

BIANCHI, M. Amônia, frangos e ciência da construção. Disponível em: <

http://www.aviculturaindustrial.com.br/comentario-avicola/amonia-frangos-e-ciencia-da-construcao-por-marcus-bianchi/20131003144526_J_173>. Acesso em: 21/01/2014.

BILGILI, S.F.; HESS, J.B.; BLAKE, J.P.; MACKLIN, K.S.; SAENMAHAYAK, B.; SIBLEY,

J.L. Influence of bedding material on footpad dermatitis in broiler chickens. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.18, n.3, p.583-589, 2009.

BOIAGO, M.M.; BORBA, H.; SOUZA, P.A.; SCATOLINI, A.M.; FERRARI, F.B.;

GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia*, v.65, n.1, p.241-247, 2013.

BROUWER, E. Report of sub-committee on constants and factors. *Energy*

Metabolism. Proceeding of the 3rd Symposium held at Troom, Scotland, P. (Blaxter, k.I. ed.), pp. 441-443. Academic Press, London, U.K. 1965.

CARNEIRO, S.L.; ULBRICH, A.C.; FALKOWSKI, T.; CARVALHO, A.; SOARES

JÚNIOR, D.; LLANILLO, R.F. Frango de Corte, Integração Produtor/Indústria (2004).

Disponível em:

<http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/redereferencia/pp_modnortefrango.pdf>.

Acesso em: 21 de agosto de 2011.

CARVALHO, T.M.R.; MOURA, D.J.; SOUZA, Z.M.; SOUZA, G.S.; BUENO, L.G.F.

Qualidade da Cama e do Ar em Diferentes Condições de Alojamento de Frangos de Corte. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.46, n.4, p.351-361, abril. 2011.

CARVALHO, C.C.S.; SOUZA, C.F.; TINOCO, I.F.F.; VIEIRA, M.F.A.; MENEGALI, I.;

SANTOS, C.R. Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande –PB, v.16, n.11, p.1243–1251, 2012.

CAVALCANTI, R. A.; GRANER, D.F.; ANDRADE, F.F.; ALMEIDA, A.M.;

RODRIGUES, E.A. Influência de Diferentes Tipos de Camas no Desempenho de Frangos de Corte na Terceira Semana do Lote. Anais...Terceiro Seminário de Iniciação Científica e Inovação Tecnológica. Uberaba, 2010.

COBB. Suplemento: Desempenho e Nutrição para Frangos de Corte. Disponível em:

< http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500_bpn_supp_portugues.pdf?sfvrsn=2>. Acesso em:21 de Janeiro de 2014.

DUARTE, F.D.; LARA, L.J.C.; BAIÃO, N.C.; CANÇADO, S.V.; TEIXEIRA, J.L. Efeito

da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição de carcaça. Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia, v.62, n.2, p.439-444, 2010.

- FERNANDES, B.C.S.; MARTINS, M.R.F.B.; MENDES, A.A.; PAZ, I.C.L.A.; KOMIYAMA, C.M.; MILBRADT, E.L.; MARTINS, B.B. Locomotion problems of broiler chickens and its relationship with the gait score. *Revista brasileira de zootecnia*, v.41, n.8, p.1951-1955, 2012.
- FRALEY, S.M.; FRALEY, G.S.; KARCHER, D.M.; MAKAGON, M.M.; LILBURN, M.S. Influence of plastic slatted floors compared with pine shaving litter on Pekin Duck condition during the summer months. *Poultry Science*. v. 92, n. 7, p. 1706-1711, 2013.
- FRANCO, J.R.G.; MURAKAMI, A.E.; DUARTE, C.R.A.; FERNANDES, J.I.M.; GARCIA, E.R.M.; MOREIRA, I. Intervalo para o alojamento e níveis de lisina, em dietas baseadas no conceito de proteína ideal, sobre o desenvolvimento muscular e rendimento de carcaça de frangos de corte. *Ciência Rural*, v.42, n.9, 2012.
- GARCÊS, A.; AFONSO, S.M.S.; CHILUNDO, A.; JAIROCE, C.T.S. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. *The journal of applied poultry research*, v.22, n.2, p.168-176, 2013.
- GARCIA, R.G.; ALMEIDA, I.C.L.P.; CALDARA, F.R.; NÃÃS, I.A.; BUENO, L.G.F.; FREITAS, L.W.; GRACIANO, J.D.; SIM, S. Litter materials and the incidence of carcass lesions in broilers chickens. *Revista brasileira de ciência avícola*. V.14, n.1, p.27-32, 2012.
- GLOBALGAP. Pontos de controle e critérios de cumprimento: garantia integrada da fazenda – aves. Cologne: GLOBALGAP, 2007. 22p.

- GONZÁLES, E.; SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: AZEG/ABZ, 2001. p.312-313.
- HENN, J. D. Modelagem da emissão de dióxido de carbono na produção de frangos de corte. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, 2013.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.824-829, 2001.
- KARCHER, D.M.; MAKAGON, M.M.; FRALEY, G.S.; FRALEY, S.M.; LILBURN, M.S. Influence of raised plastic floors compared with pine shaving litter on environment and pekin duck condition. Poultry Science, v. 92, n. 3, p. 583-590, 2013.
- LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LANA, A.M.Q. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte. Revista brasileira de zootecnia, v.29, n.4, p.1117-1123, 2000.
- MADRID, J.; LÓPEZ, M.J.; ORENGO, J.; MARTÍNEZ, S.; VALVERDE, M.; MEGÍAS, M.D.; HERNÁNDEZ, F. Effect os aluminum sulfate on litter composition and ammonia emission in a single flock of broilers up to 42 days of age. Animal. V.6, n.8, p.1322-1329, 2012.
- MENEGALI, I.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; GUIMARÃES, M.C.C.; CORDEIRO, M.B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.13, suplemento, p.984-990, 2009.

MILES, D.M.; BROOKS, J.P.; SISTANI, K. Spatial contrasts of seasonal and intraflock broiler litter trace gas emissions, physical and chemical properties. *Journal of environmental quality*, v.40, n.1, p.176-87, 2011.

MILES, D.M.; ROWE, D.E.; CATHCART, T.C. High litter moisture content suppresses litter ammonia volatilization. *Poultry Science*, v.90, n.1, p.397-405, 2011.

MITTERER-ISTYAGIN, H.; LUDEWIG, M.; BARTELS, T.; KRAUTWALD-JUNGHANNS, M.E.; ELLERICH, R.; SCHUSTER, E.; BERK, J. PETERMANN, S.; FEHLHABER, K. Examinations on the prevalence of footpad lesions and breast skin lesions in B.U.T. Big 6 fattening turkeys in Germany. Part II: Prevalence of breast skin lesions (breast buttons and breast blisters). *Poultry Science*, v.90, n.4, p.775-780, 2011.

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego. NR 15 – Atividades e operações insalubres. Segurança e medicina do trabalho. São Paulo: Atlas, 2008. 82p.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. Ambiência Aérea em Alojamentos de Frangos de Corte: Poeiras e Gases. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.2, p.326-335, maio/ago. 2007.

NÄÄS, I.A.; PAZ, I.C.L.A.; BARACHO, M.S.; MENEZES, A.G.; LIMA, K.A.O.; BUENO, L.G.F.; NETO, M.M.; CARVALHO, V.C.; ALMEIDA, I.C.L.; SOUZA, A.L. Avaliando a deficiência de locomoção em frangos de corte. *Scientia Agrícola*, v.67, n.2, p.129-135, 2010.

OBA, A.; LOPES, P.C.F.; BOIAGO, M.M.; SILVA, A.M.S.; MONTASSIER, H.J.; SOUZA, P.A. Características produtivas e imunológicas de frangos de corte submetidos a dietas suplementadas com cromo, criados sob diferentes condições de ambiente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, n.5, p.1186-1192, 2012.

- OLIVEIRA, M.C. et al. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.951-954, 2003.
- OLIVEIRA, P.A.V.; NUNES, M.L.A.; MORES, N.; AMARAL, A.L. Perguntas e Respostas – Sistema de Cama Sobreposta. Embrapa. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_q6r64n8f.pdf. Acesso em: 21 de agosto de 2011.
- ORRICO JÚNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JÚNIOR, J.L. COMPOSTAGEM DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO AVÍCOLA: CAMA DE FRANGOS E CARCAÇAS DE AVES. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.30, n.3, p.538-545, 2010.
- 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. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.27, n.3, p.611-618, 2007.
- RITZ, C.W.; TASISTRO, A.S.; KISSEL, D.E.; FAIRCHILD, B.D. Evaluation of surface-applied char on the reduction of ammonia volatilization from broiler litter. *The Journal of Applied Poultry Research*, v.20, n.1, p.240-245, 2011.
- SANTIAGO, H.L.; APONTE, K.H.; RODRÍGUEZ, A.A.; ORAMA, J.A.; ELLES, M.A. Paper products as litter materials for broilers: performance, carcass defects, footpad lesions. *The journal of agriculture of the university of Puerto rico*. V.90, n.1, p.1-8, 2006.
- TERZICH, M.; POPE, M.J.; CHERRY, T.E.; HOLLINGER, J. Survey of pathogens in poultry litter in the United States. *Journal of Applied Poultry Research*, v.9, n.2, p.287-291, 2000.

TRALDI, A.B.; OLIVEIRA, M.C.; DUARTE, K.F.; MORAES, V.M.B. Avaliação de probióticos na dieta de frangos de corte criados em cama nova ou reutilizada.

Revista brasileira de zootecnia, v.36, n.3, p.660-665, 2007.

VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; HOLANDA, M.C. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.

WELFARE QUALITY. Poultry Protocol 2009. Disponível em:

<<http://www.welfarequalitynetwork.net/downloadattachment/45627/21652/Poultry%20ProtProt.pdf>>. Acesso em: 21/09/2013.

Tabela 2 – Médias de temperatura superficial das coberturas.

Temperatura da Superfície da Telha																								
H	T1		T2		T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10		T11		T12	
1	14,9	a A	16,1	b A	16,6	b A	16,7	b A	17,1	b A	16,9	b A	15,2	a A	16,6	b A	16,8	b A	17,0	b A	16,9	b A	17,5	b A
2	14,4	a A	15,7	b A	16,1	b A	16,2	b A	16,6	b A	16,4	b A	14,9	a A	16,2	b A	16,5	b A	16,7	b A	16,6	b A	17,1	b A
3	14,3	a A	15,4	a A	15,3	b A	15,9	b A	16,3	b A	16,1	b A	14,7	a A	16,0	b A	16,2	b A	16,3	b A	16,3	b A	16,8	b A
4	14,7	a A	15,6	a A	16,0	a A	16,1	a A	16,4	a A	16,3	a A	15,0	a A	15,8	a A	16,1	a A	16,3	a A	16,2	a A	16,9	a A
5	14,8	a A	16,0	b A	16,3	b A	16,4	b A	18,8	b A	16,6	b A	15,5	a A	16,4	b A	16,7	b A	16,8	b A	16,8	b A	17,2	b A
6	13,8	a A	15,3	b A	15,6	b A	15,8	b A	16,1	b A	16,0	b A	14,6	a A	16,0	b A	16,2	b A	16,3	b A	16,3	b A	16,6	b A
7	14,9	a A	15,6	a A	16,0	a A	16,1	a A	16,4	a A	16,3	a A	15,2	a A	15,7	a A	16,0	a A	16,2	a A	16,2	a A	16,8	a A
8	21,2	a D	20,1	a C	21,2	a D	20,9	a C	21,4	a D	21,4	a D	21,7	a D	20,5	a C	20,3	a C	20,1	a C	20,1	a C	20,5	a C
9	30,0	d E	26,1	b E	25,6	b F	24,8	b E	24,4	a E	24,5	a E	27,5	a E	24,9	b D	24,2	a E	23,5	a E	23,2	a E	23,5	a D
10	37,0	d G	29,8	b F	29,1	b G	28,7	b F	27,4	a F	27,5	a F	33,4	c G	28,9	b E	28,1	a F	27,3	a F	27,3	a F	26,6	a E
11	39,1	e H	32,0	c G	30,9	c H	30,3	b G	28,9	a G	29,0	a G	37,1	d H	32,2	c F	31,1	c H	30,1	b G	30,0	b G	28,7	a F
12	43,4	e J	34,7	d H	33,2	c I	32,3	b H	30,8	a H	30,8	a H	40,5	e I	35,0	d G	33,6	c I	32,4	b H	32,6	b H	30,6	a G
13	41,5	d I	34,9	c H	33,3	b I	32,6	a H	31,2	a H	31,2	a H	40,5	d I	36,1	c G	34,9	c J	33,4	b H	33,7	b I	31,5	a G
14	42,9	d J	35,0	b H	32,9	a I	32,7	a H	31,8	a H	31,6	a H	39,3	c I	35,3	b G	34,3	b J	33,7	b H	32,9	a I	31,7	a G
15	38,1	e H	33,6	b H	32,3	b I	31,7	a H	30,8	a H	30,6	a H	36,1	d H	34,2	c G	33,2	c I	32,3	b H	32,6	b H	31,0	a G
16	34,3	c F	32,3	b G	31,4	a H	31,0	a G	30,5	a H	30,2	a H	33,1	b G	33,0	b F	32,3	b I	31,5	a H	32,0	b H	30,5	a G
17	30,2	a E	29,9	a F	29,5	a G	29,3	a F	28,9	a G	28,8	a G	28,9	c F	29,9	a E	29,6	a G	29,2	a G	29,5	a G	28,8	a F
18	21,2	a D	22,6	b D	22,7	b E	22,6	b D	22,5	b D	22,4	b D	21,3	a D	24,4	c D	24,3	c E	24,2	c E	24,1	c E	23,4	c D
19	19,5	a C	20,6	b C	20,9	b D	20,8	b C	21,0	b D	20,8	b D	19,3	a C	21,5	b C	21,6	b D	21,6	b D	21,6	b D	21,6	b C
20	18,7	a C	19,8	b B	20,2	b C	20,1	b B	20,1	b C	20,0	b C	18,5	a C	20,4	b C	20,5	b C	20,5	b C	20,5	b C	20,7	b C
21	17,8	a C	19,0	b B	19,3	b C	19,3	b B	19,5	b C	19,3	b C	17,5	a B	19,3	b B	19,5	b C	19,5	b C	19,5	b C	19,8	b C
22	16,9	a B	18,2	b B	18,6	b C	18,6	b B	18,8	b B	18,6	b B	17,8	a B	18,5	b B	18,7	b B	18,8	b B	18,7	b B	19,1	b B
23	15,9	a B	17,3	b A	17,8	b B	17,8	b A	17,9	b B	17,7	b B	15,9	a A	17,7	b B	17,9	b B	18,0	b B	17,9	b B	18,3	b B
24	15,4	a A	16,6	b A	17,1	b B	17,1	b A	17,4	b B	17,2	b B	15,6	a A	17,0	b A	17,3	b B	17,4	b B	17,4	b B	17,8	b A

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na linha pelo teste de Skott-Knott a 1% de significância.

**Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Skott-Knott a 1% de significância

Tabela 3 – Médias de temperatura ambiente com as diferentes coberturas.

Temperatura ambiente do protótipo													
H	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	
1	16,5 a A	17,3 b A	18,1 b B	18,1 b B	18,3 b A	18,1 b A	16,2 a A	17,4 b A	17,4 b A	17,9 b A	17,8 b A	17,8 b A	
2	16,0 a A	16,9 b A	17,6 b A	17,7 b A	17,8 b A	17,7 b A	15,9 a A	17,0 b A	17,0 b A	17,5 b A	17,4 b A	17,3 b A	
3	15,7 a A	16,6 b A	17,3 b A	17,3 b A	17,5 b A	17,4 b A	15,6 a A	16,7 b A	16,8 b A	17,1 b A	17,1 b A	17,1 b A	
4	16,0 a A	16,7 a A	17,4 b A	17,4 b A	17,6 b A	17,5 b A	15,9 a A	16,7 a A	16,8 a A	17,1 b A	17,1 b A	17,1 b A	
5	16,3 a A	17,1 b A	17,7 b A	17,7 b A	18,0 b A	17,8 b A	16,3 a A	17,2 b A	17,2 b A	17,5 b A	17,5 b A	17,5 b A	
6	15,3 a A	16,5 b A	17,2 b A	17,2 b A	17,3 b A	17,3 b A	15,6 a A	16,6 b A	16,7 b A	17,0 b A	17,0 b A	16,9 b A	
7	16,0 a A	16,6 a A	17,3 b A	17,3 b A	17,5 b A	17,5 b A	16,0 a A	16,6 a A	16,7 a A	17,1 b A	17,1 b A	17,1 b A	
8	21,4 b E	21,3 b E	21,8 b E	21,6 b D	22,0 b E	22,0 b D	21,0 a E	20,8 a D	20,6 a D	20,7 a D	20,6 a D	20,7 a D	
9	26,7 d G	24,8 b G	24,7 b G	24,4 b F	24,4 b G	24,5 b F	25,3 c F	24,1 b E	23,7 a F	23,6 a F	23,4 a F	23,5 a F	
10	31,7 d I	28,1 b H	27,6 b H	27,4 b G	27,1 a H	27,1 a G	29,9 c H	27,5 b F	26,9 a G	26,9 a G	26,7 a G	26,4 a G	
11	33,5 c J	29,8 b I	29,1 a I	28,8 a H	28,5 a I	28,5 a H	32,9 c J	30,0 b H	28,9 a H	28,9 a H	28,9 a H	28,1 a H	
12	35,9 d K	31,6 c J	30,7 b J	30,2 a I	30,0 a J	29,9 a I	35,6 d K	32,2 c J	30,9 b I	30,8 b I	30,9 b I	29,8 a I	
13	35,8 d K	32,3 c K	31,3 a J	30,8 a I	30,1 a J	30,4 a I	35,8 d K	32,9 c J	31,7 b J	31,6 b I	31,7 b I	30,6 a I	
14	36,1 c K	32,5 b K	31,5 a J	31,0 a I	31,0 a J	30,8 a I	35,4 c K	32,6 b J	31,8 b J	31,8 b I	31,6 a I	30,9 a I	
15	33,8 c J	31,4 b J	30,8 b J	30,3 a I	30,2 a J	30,0 a I	33,4 c J	31,9 b I	31,0 b I	31,0 b I	31,2 b I	30,2 a I	
16	32,3 c I	31,0 b J	30,6 a J	30,1 a I	30,1 a J	29,8 a I	31,6 b I	31,1 b I	30,4 a I	30,4 a I	30,8 a I	29,8 a I	
17	29,6 a H	29,1 a I	29,0 a I	28,6 a H	28,8 a I	28,5 a H	28,3 a G	28,9 a G	28,6 a H	28,7 a H	29,0 a H	28,3 a H	
18	22,3 a F	23,1 b F	23,5 b F	23,2 b E	23,1 b F	23,0 b E	21,8 a E	23,9 b E	23,5 b F	23,8 b F	23,8 b F	23,1 b F	
19	20,7 a E	21,3 b E	21,8 b E	21,6 b D	21,7 b E	21,5 b D	20,0 a D	21,6 b D	21,5 b E	21,9 b E	21,8 b E	21,5 b E	
20	20,0 a D	20,5 b D	21,1 b D	20,9 b C	20,9 b D	20,7 b C	19,3 a D	20,7 b D	20,6 b D	20,9 b D	20,8 b D	20,7 b D	
21	19,2 a D	19,8 b C	20,3 b C	20,2 b C	20,3 b D	20,1 b C	18,4 c C	19,7 b C	19,7 b D	20,1 b D	20,0 b D	19,9 b D	
22	18,4 a C	19,2 b C	19,7 b C	19,7 b C	19,7 b C	19,5 b B	17,7 a B	19,0 b B	19,0 b C	19,3 b C	19,3 b C	19,3 b C	
23	17,4 a B	18,4 b B	19,0 b B	18,9 b B	18,9 b B	18,8 b B	16,9 a B	18,2 b B	18,2 b B	18,6 b B	18,6 b B	18,4 b B	
24	16,9 a B	18,4 b B	18,4 b B	18,5 b B	18,3 b B	18,3 b A	16,5 c A	17,7 b A	17,7 b B	18,1 b B	18,1 b B	18,0 b B	

*Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa na linha pelo teste de Skott-Knott a 1% de significância.

**Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa na coluna pelo teste de Skott-Knott a 1% de significância.