



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

AMÉLIA CARVALHO FAUSTINO

**AMBIÊNCIA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FRANGO
CAIPIRA NO SUBMÉDIO DO VALE SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

AMÉLIA CARVALHO FAUSTINO

**AMBIÊNCIA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO
DE FRANGO CAIPIRA NO SUBMÉDIO DO VALE SÃO
FRANCISCO**

Trabalho apresentado ao programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof^a. Dra. Sílvia Helena Nogueira Turco
Coorientador: Prof. Dr. René Geraldo Cordeiro Silva Junior

JUAZEIRO - BA

2019

Faustino, Amélia Carvalho.

F268a Ambiência em diferentes sistemas de produção de frango caipira no Submédio do V São Francisco/ Amélia Carvalho Faustino--Juazeiro, 2019.

xii, 78 f.; il.: 29 cm.

Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro-BA, 2019.

Orientador: Prof. Dra. Sílvia Helena Nogueira Turco.
Coorientador: Prof. Dr. René Geraldo Cordeiro Silva Junior

Referências.

1. Avicultura. 2. Instalações. 3. Conforto térmico. I. Título. II. Turco, Sílvia Helena Nogueira. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.5

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF

Bibliotecário: Renato Marques Alves, CRB 5 -1458.

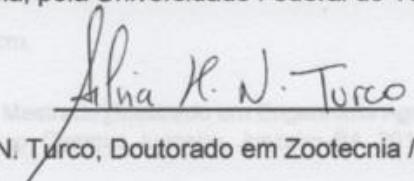
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
AGRÍCOLA

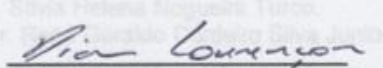
FOLHA DE APROVAÇÃO

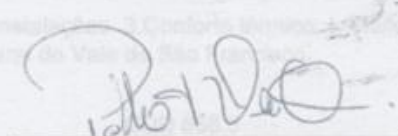
AMÉLIA CARVALHO FAUSTINO

AMBIÊNCIA EM DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FRANGO CAIPIRA
NO SUBMÉDIO DO VALE SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.


Sílvia H.N. Turco, Doutorado em Zootecnia / UNIVASF).


(Dian Lourençoni, Doutorado em Engenharia Agrícola / UNIVASF).


(Pablo Teixeira Leal de Oliveira, Doutorado em Engenharia Agrícola / IF SERTÃO).

Petrolina, 18 de julho de 2019.

DEDICATÓRIA

À Deus meu Senhor meu guia e a mim mesma pelo empenho e dedicação ao meu próprio crescimento e a todos que me auxiliaram neste processo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Vale São Francisco (UNIVASF), por meio do programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, por me conceder a oportunidade de aprendizado profissional e pessoal.

Ao Senhor Jesus, meu amigo por me capacitar me dando força e me guiando em seus propósitos na minha vida. Aos meus pais Arismar e Neide e aos meus irmãos Marina, Thiago e Thaynan pelo carinho, amor, confiança e, por às vezes, mesmo não acreditando, torceram pela realização de mais essa etapa de crescimento.

À minha orientadora, Prof. Dr^a. Silvia Helena Nogueira Turco, pela paciência, competência, companheirismo, amizade, dedicação e oportunidades de aprendizado. Ao meu coorientador, Prof. Dr. René Geraldo Cordeiro Silva Junior, pelo apoio na execução do experimento e todo conhecimento passado. Ao professor Dian Lourençoni, pelo apoio, incentivo e ajuda. Ao professor Pablo Leal, pelo carinho e incentivo.

A todos os amigos, os velhos e os novos que fiz e que pretendo perpetuar neste novo ciclo da minha vida. Em especial a galera do mestrado, Ana Carla, Jadna, Fabiana, Marcelo e os que continuaram me apoiando desde a graduação Ana Carolina, Camila, Ítalo, Isadora, Janiele, Maraísa, Patrícia. A todos que contribuíram com este trabalho, fazendo com que este experimento fosse além de um projeto de mestrado, fosse uma experiência de fazer amigos em busca de conhecimento. Em especial Débora, Otoniel, Luana, Joao Vitor, Luiz, David e Márcio.

Ao meu namorado Jefferson dos Anjos, pelas palavras de incentivo, apoio nos momentos difíceis, elevando minha autoestima e confiança. Pelo carinho, dedicação e amor me incentivando a acreditar cada vez mais em Deus e em mim.

A todos os funcionários e acadêmicos da UNIVASF de Juazeiro e do Espaço Plural, pelo apoio e compreensão durante esta fase de aperfeiçoamento profissional. Em especial Carolina Torres secretária da pós-graduação, por ser amiga e conselheira, pelo amor e dedicação. A Hideo, por toda ajuda sempre solícita, muito obrigada. Espero retribuir com trabalho e dedicação muito mais do que me foi concedido, de experiências, oportunidades, descontração, conhecimento e de convivência fraterna.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia - FAPESB, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, prestaram auxílio e não foram citados neste trabalho, não por esquecimento, mas por falta de espaço e tempo. Sem vocês nada teria sido possível. A todos os momentos que me foram proporcionados, os bons e os ruins, que sirvam de pontes e esteios ao longo dessa jornada e que Deus me permita permanecer ao lado de tantas pessoas maravilhosas.

"Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça."

Cora Coralina

FAUSTINO, A. C. Ambiência em diferentes sistemas de produção de frango caipira no Submédio do Vale São Francisco. 2019.78p Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro-BA.

RESUMO

As instalações avícolas têm nos últimos anos se tornado um componente importante no sucesso da criação de aves sendo projetadas para proporcionar o máximo desempenho produtivo e bem-estar. Assim, o trabalho teve como objetivo analisar sistemas de produção de frango caipira de corte no semiárido nordestino, em instalações com distintos materiais, averiguando a ação dos elementos meteorológicos no conforto térmico e nos índices zootécnicos. A pesquisa foi realizada nos meses de junho a setembro de 2018, na estação do inverno no Espaço Plural da Universidade Federal do Vale São Francisco, Submédio São Francisco. Os dois galpões foram avaliados através das variáveis ambientais e dos índices de conforto térmico, e a variabilidade espacial do ambiente através de mapas de isolinhas Krigagem, para determinar se os materiais construtivos contribuíram para promover bem-estar dos frangos. Os resultados demonstram que apesar do galpão construído com madeira e cobertura de palha ter promovido o melhor ambiente, em relação ao galpão de alvenaria, ambos não proporcionaram índices de conforto térmico dentro das faixas consideradas ideais para frangos de corte, mas devido ao sistema de criação foi possível obter bons índices zootécnicos.

Palavras-chave: Avicultura, Instalações, Conforto Térmico.

FAUSTINO, A. C. Ambience in different chicken production systems in the São Francisco Valley Submedio. 2019. 78p. Dissertation (Master in Agricultural Engineering). Federal University of the São Francisco Valley. Juazeiro-BA.

ABSTRACT

Poultry facilities have in recent years become an important component in the success of poultry farming and are designed to provide maximum productive performance and welfare. Thus, the objective of the work was to analyze systems of production of caipira broiler chicken in the semi-arid northeast, in facilities with different materials, checking the action of meteorological elements in thermal comfort and zootechnical indices. The research was conducted from June to September 2018, in the winter season at the Plural Space of the Federal University of São Francisco Valley, Submédio São Francisco. The two warehouses were evaluated through environmental variables and thermal comfort indices, and the spatial variability of the environment through maps of Krigagem insulation, to determine whether the construction materials contributed to promote the welfare of chickens. The results show that despite the fact that the shed built with wood and straw cover has promoted the best environment in relation to the masonry shed, both did not provide thermal comfort indices within the ranges considered ideal for broilers, but due to the rearing system it was possible to obtain good zootechnical indices.

Keywords: Poultry farming, Facilities, Thermal Comfort.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1. SISTEMAS DE PRODUÇÃO CAIPIRA	14
2.2. BEM-ESTAR ANIMAL.....	16
2.3. AMBIÊNCIA	18
2.4. ÍNDICES TÉRMICOS.....	18
2.5. ILUMINAÇÃO	21
2.6. GEOESTATÍSTICA	22
3. REFERÊNCIAS	23
4. ARTIGO 1 : Ambiência em diferentes instalações de frangos caipiras de corte sob estresse térmico	32
4.1. INTRODUÇÃO.....	33
4.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
4.4. CONCLUSÕES.....	43
4.5. REFERÊNCIAS.....	44
5. ARTIGO: Caracterização espacial do ambiente térmico em galpões de frangos caipiras de corte	51
5.1. INTRODUÇÃO.....	52
5.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	53
5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
5.4. CONCLUSÕES.....	71
6. REFERÊNCIAS.....	71

1. INTRODUÇÃO

A criação de frangos para a produção de carne tipo caipira é um dos segmentos da avicultura alternativa que tem se mostrado promissor, pois, utiliza um sistema de criação, semi-intensivo ou extensivo, que preza pelas normas de bem-estar animal e que serve tanto para pequenos e médios produtores como para a produção em escala comercial. A carne é diferenciada, devido aos animais serem alimentados em quantidades proporcionais de ração, vegetação e restos de culturas, desta forma a carne apresenta textura, coloração e sabor diferenciado, o que tem agregado valor ao produto e sendo bastante procurada para o consumo (MORAIS et al., 2015).

Com o mercado de carne de frango caipira em expansão e a importância do setor, a ambientação das instalações avícolas tem ganhado importância fundamental na sua criação. Entretanto, estas instalações são afetadas pelas condições térmicas ambientais externas e internas influenciando o desenvolvimento, respostas e crescimento dos animais alojados neles.

Há vários fatores que contribuem e afetam o ambiente animal podendo ser físicos (luz, ruído, construção e equipamentos), sociais (densidade) e térmicos (temperatura, umidade relativa, movimento do ar, radiação térmica, entre outros). Esses fatores são relevantes, pois podem contribuir negativamente sobre os animais, causando baixo nível de bem-estar podendo provocar índices de desempenho mais baixos e aumento da mortalidade (BARACHO et al., 2017).

A associação entre a temperatura, umidade do ar e velocidade do vento é o que fornece a sensação térmica dentro de um galpão. O que tornam esses os principais elementos que devem ser controlados para garantir melhor sensação térmica dos frangos. Entretanto, a relação entre esses elementos varia ao decorrer do período de vida da ave, por sua exigência em relação à necessidade de ganho ou perda de calor.

Assim, o grande desafio das instalações avícolas é promover a manutenção da temperatura e umidade relativa do ar, em limites que proporcionem um ambiente térmico ideal no interior do alojamento, adequados às exigências das aves (BIAGGIONI et al., 2008; COELHO, 2015).

A região Nordeste possui uma oferta bastante alta de radiação solar, apresentando elevados valores tanto de insolação quanto de radiação solar global (TEIXEIRA, 2010), e conseqüentemente maior temperatura do ambiente. Tendo em vista essas características meteorológicas, é necessário ampliar os conhecimentos a respeito da eficiência térmica das edificações, a fim de minimizar o consumo energético com o uso de sistemas de condicionamento artificial, bem como melhorar as condições de conforto térmico dos animais (SANTOS, 2018).

Estudos que demonstram o efeito do tipo de cobertura sobre o ambiente e índices de conforto térmico e desempenho das aves, podem ser encontrados na literatura. Kamine et al. (2018), utilizando imagens termográficas para avaliar diferentes materiais de cobertura em modelos reduzidos de galpões, encontraram que a cobertura de bambu mostrou-se mais eficiente, podendo ser utilizada para substituição de telhas recicladas e de cimento amianto.

No estudo realizado por Fiorelli et al. (2010), verificando a influência de diferentes materiais de cobertura no conforto térmico de instalações destinadas à criação de frangos de corte, detectaram que não houve diferença significativa para os índices de carga térmica radiante (CTR) e umidade entre a telha reciclada à base de embalagens longa vida e a de cerâmica, sendo a telha de fibrocimento a que apresentou os maiores índices térmicos.

O conhecimento sobre os materiais a serem utilizados na construção das instalações permite uma adequação melhor das instalações aos ambientes térmicos de cada região ao qual são instalados. Sendo assim, os estudos mostram que as coberturas são responsáveis por promover um ambiente mais adequado para a produção animal, principalmente na região do Semiárido, que apresenta temperatura elevada podendo provocar o estresse térmico das aves, comprometendo o seu desenvolvimento.

O presente estudo teve como objetivo analisar a produção de frangos caipira de corte em dois galpões distintos pelo seu material construtivo, verificando através dos elementos meteorológicos, índices térmicos e espacialização dos dados, qual o ambiente interno que possibilita aos frangos melhor bem-estar e maior produtividade para condições de inverno na região do Submédio do Vale São Francisco-BA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. SISTEMAS DE PRODUÇÃO CAIPIRA

A avicultura é uma das atividades do setor agropecuário que mais evoluiu nos últimos anos, devido a sua eficiência de produção a custos baixos e a facilidade de produzir ave para o abate em curto espaço de tempo (ROCHA et al., 2016). Segundo os dados do Relatório Anual da Associação Brasileira da Proteína Animal-ABPA, a produção brasileira de frango em 2017, foi de 13,05 milhões de toneladas, sendo 66,9 % destinado ao mercado interno e 33,1% para exportações. O Brasil atingiu o ranking de segundo produtor e primeiro exportador mundial (ABPA, 2018).

De acordo com a Associação Brasileira de Avicultura Alternativa - AVAL (2016) estima-se que o Brasil produza cerca de 123 mil toneladas de frango caipira por ano. Número que atende à demanda interna, porém esse mercado pode crescer ainda mais com regulamentação adequada, o que pode possibilitar o acesso a mercados externos. Ainda de acordo com a AVAL, o micro e pequeno agricultor podem utilizar esse tipo de ave tanto para geração de alimentos próprios, como para complementar a renda. Também cita dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), que indicam que 80% dos avicultores familiares produzem algum tipo de frango ou ovo caipira. Dentro desse percentual, 53% utilizam parte da produção para gerar renda complementar. Desta forma, a atividade promove a sustentabilidade econômica do produtor e fornece aos consumidores opções saudáveis de uma carne tradicional, com características gourmet.

Nesse sentido, ações que contribuam com fortalecimento desta cadeia produtiva podem representar um avanço no fortalecimento da agricultura familiar, tendo em vista que grande parte da produção brasileira de galinhas caipira se encontra nas propriedades de agricultores familiares (FREITAS, 2017).

O sistema brasileiro de criação de frangos caipiras foi normatizado pelo ofício circular DOI/DIPOA nº 007/99 de 19/05/1999 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Segundo a norma, apenas linhagens específicas de crescimento lento são permitidas neste sistema de criação, além disso, as aves devem ter acesso à área externa e não podem receber produtos quimioterápicos e

ingredientes de origem animal na ração, sendo idade mínima de abate de 85 dias (BRASIL,1999).

No entanto, preocupações éticas sobre como os animais são criados surgiram entre os consumidores (HARVEY e HUBBARD, 2013). Dentro desse cenário, a avicultura alternativa de frangos e galinhas caipiras, se apresenta com forte contribuição para a produção de carnes (VITTA et al.,2014). Madeira et al. (2010), citam que as principais características desejadas nesses tipos de criação são: segurança alimentar, qualidade sensorial do produto, preservação do meio ambiente, bem-estar dos animais e saúde do consumidor.

Os atributos característicos de uma ave caipira, segundo Dias et al. (2016), são carcaça diferenciada, com menor quantidade de gordura, além de textura e sabor peculiares. Os autores também relatam que geralmente essas aves são criadas no sistema semi-intensivo e possuem características que estão relacionadas ao tipo de ave utilizada; maior atividade de pastejo e movimentação; consumo de forragens, insetos, minhocas, entre outros.

No sistema semi-intensivo de produção de frangos os animais são criados com acesso a pasto dividido em piquetes, local para água, ração e alimentos alternativos e abrigo contra predadores no galpão (Bridi, Sampaio e Muniz, 2016). A criação de aves caipira para corte no sistema semi-intensivo é dividida por fases, de acordo com a idade, as quais resultam em mudanças fisiológicas e em diferentes necessidades nutricionais: Fase I – Inicial (01 a 28 dias); Fase II – Crescimento (29 a 56 dias); e Fase Final – Engorda (57 dias até o abate) (Oliveira et al., 2003).

No mercado é possível encontrar várias linhagens adaptadas à criação caipira, porém é necessário saber qual a finalidade da criação, se será para corte ou para postura, para assim fazer a melhor escolha da linhagem. Além da finalidade é necessário observar a região e o local onde serão criadas as aves, para escolher qual a linhagem mais adaptada (ZECHINATTO, 2014).

Segundo Souza (2017) as raças mais indicadas quanto à rusticidade, produção e manejo são: Carijó-americana, Rhode-ameriana, Label Rouge-pescoço pelado, Índio e Índio Gigante, por apresentarem excelente produtividade de carne e ovos.

2.2. BEM-ESTAR ANIMAL

A avaliação do bem-estar animal pode ser realizada através de indicadores diretos como o comportamento animal, através de suas respostas fisiológicas, seu desempenho, entre outros, e indicadores indiretos como os elementos meteorológicos do ambiente térmico, proporcionado pelas instalações. A maioria dos indicadores auxilia a localização do estado do animal dentro da escala de muito bom a muito ruim (FRASER, 2013).

Algumas medidas são mais relevantes aos problemas de curto-prazo, tais como aquelas associadas a manejo ou a um período breve de condições físicas adversas, enquanto outras são mais apropriadas a problemas de longo-prazo (BROOM e MORETO, 2004).

Em qualquer avaliação de bem-estar, é necessário levar em conta as variações individuais ao se enfrentar adversidades e nos efeitos que as adversidades exercem sobre os animais (BROOM e MORETO, 2004).

Crítérios científicos e objetivos vêm sendo utilizados na tentativa de avaliar o bem-estar animal, através da medição fisiológica e zootécnica produzida pelo organismo para se ajustar ao seu ambiente. Pela complexidade dos processos adaptativos, a avaliação do bem-estar envolve uma abordagem multidisciplinar, que considera as características comportamentais, a sanidade, a produtividade, as variáveis fisiológicas e as preferências dos animais pelos diversos componentes do ambiente que os rodeiam (BROOM, 1991; MENCH, 1993; ZANELLA, 1996).

A análise das alterações comportamentais é tida como um método prático e simples de avaliação do bem-estar (POLETTI, 2010) em relação ao seu ambiente (BROOM 1991). O conhecimento do comportamento natural pode ajudar no diagnóstico e aperfeiçoar o bem-estar (FRASER, 2013).

Os principais comportamentos expressados por aves quando estão em estresse térmico pelo calor são: a procura por água, deitar, cavar a cama, abrir as asas, abaixar-se próximo de paredes e bebedouros, prostração e ofegação (SCHIASSI et al., 2015). Este comportamento adaptativo é utilizado para promover o resfriamento do corpo e favorecer a troca de calor com o ambiente, que ocorre a todo o momento dependendo da intensidade do desconforto, tanto por meios sensíveis, quanto por meios latentes (SILVA, 2001).

Nesse aspecto, o aperfeiçoamento de técnicas e pesquisas relacionadas ao bem-estar para animais de produção tende a gerar benefícios que proporcionam aumento da qualidade de vida dentro das criações e aumento da produtividade.

O ambiente térmico onde o animal está inserido é um importante indicador do bem-estar animal, assim, a análise do ambiente proporcionado pelas instalações pode ser um dos critérios para definir se um animal está em escala baixa ou alta de bem-estar.

Neste sentido, uma instalação zootécnica ideal deve proporcionar um ambiente dentro da zona de conforto animal, permitindo assim que os animais expressem todo seu potencial genético de produção, além de proporcionar o bem-estar (CEZAR, 2012).

Os animais são afetados pelo ambiente por um conjunto de fatores, sejam eles físicos, químicos, biológicos, climáticos ou sociais, direta ou indiretamente (BAÊTA & SOUZA, 2010). Os fatores do ambiente que mais afetam as aves e que comprometem sua função vital, como a manutenção da homeotermia, são eventos térmicos (VALADARES, 2015).

Os animais homeotérmicos sempre procuram manter um estado de equilíbrio (homeostase) com o ambiente térmico, e podem alterar seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal e manter-se dentro de limites normais, mesmo quando em estresse térmico (NAZARENO, 2009).

Em resposta às condições de ambiente desconfortáveis, as aves conseguem perceber as variações de temperatura do ambiente. Desta forma, são ativadas no animal mudanças fisiológicas e metabólicas, conhecidas como termorregulação, que serve para manter o corpo em temperatura constante favorável ao metabolismo normal do animal. Associadas às variáveis fisiológicas, ocorrem também as alterações de comportamento, necessárias para manter a temperatura do corpo dentro da faixa de conforto térmico, chamada de zona de termo neutralidade (BRIDI, 2010; SILVA et al., 2015). Esta zona está relacionada com a produção ou perda de calor do corpo do animal para o ambiente (SILVA, 2001).

Para garantir um ambiente térmico adequado, ações que possam melhorar o bem-estar desses animais se fazem necessárias. O sistema de criação semi-intensivo é considerado como uma alternativa que permite que aves expressem o seu comportamento natural e permitam um bem-estar e maior qualidade do produto

final. É preciso explorar melhor todas as possibilidades existentes na busca de aperfeiçoamento dos sistemas de criação de aves, independentemente do grau de tecnologia aplicado (ABREU E ABREU, 2011).

2.3. AMBIÊNCIA

Ambiência baseia-se no conforto no contexto ambiental, é análise das características do meio ambiente em função da zona de conforto térmico de cada espécie em associação com as características fisiológicas que atuam na termorregulação do animal, ou ainda pela necessidade de adequação do ambiente ao produto ou trabalhador (BRIDI, 2006).

Pesquisas sobre a ambiência na avicultura de corte têm evoluído no que diz respeito às informações do ambiente térmico, acústico, luminoso e qualidade do ar nas diferentes fases de criação (STAUB et al. 2017). De acordo com Baêta e Souza (2010), o ambiente interno é influenciado pelas condições locais externas, pelas características construtivas e materiais usados na instalação, pela espécie, número de animais, manejo e as modificações causadas pelos equipamentos.

Assim, o ambiente está em equilíbrio térmico quando o calor produzido pelo metabolismo do animal e o ganho do ambiente são perdidos para o meio, sem comprometer o rendimento animal.

Logo, a importância de adequar a edificação avícola ao clima de um determinado local e a uma determinada exploração significa criar e construir espaços, tanto interiores quanto exteriores, ajustados às necessidades dos indivíduos que a ocupam e que possibilitem aos mesmos, condições favoráveis de conforto (RESENDE et al.,2008).

No Brasil, a criação de aves, independentemente de serem matrizes, aves de corte ou postura, ocorre basicamente em instalações abertas, onde o ambiente não é controlado, por razões econômicas ou mesmo desconhecimento, não se atentando para que planejamento e concepção arquitetônica sejam compatíveis com a realidade climática de cada região.

2.4. ÍNDICES TÉRMICOS

Vários índices têm sido desenvolvidos a partir de testes que têm, por objetivo, expressar o conforto térmico animal com relação a um dado ambiente (BAÊTA & SOUZA, 2010). Os índices de conforto térmico procuram agrupar os efeitos das variáveis ambientais em um único valor, tendo seus limites sido estabelecidos, em sua maioria, para climas temperados (LYRA, 2007).

A percepção de conforto térmico baseia-se na perda de calor do corpo pela diferença de temperatura entre o animal e o ambiente, sendo complementada pelos mecanismos termorreguladores fazendo com que a temperatura do ar se torne a principal variável do conforto térmico para os animais (FONSECA, 2010).

O índice de temperatura e umidade (ITU) foi o índice mais empregado até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal. Apesar da existência de índices mais expressivos, ele ainda é bastante usado, uma vez que a obtenção das variáveis utilizadas para o seu cálculo é de fácil obtenção (FERNANDES, 2017).

A utilização do ITU é representativa, pois este índice representa, em um valor adimensional, os dois elementos climáticos mais significativos para expressar o conforto térmico animal, a temperatura e a umidade relativa (CÉZAR, 2012). Segundo Buffington *et al.* (1981), o uso do ITU não é recomendado em condições ambientais onde a radiação solar ou a velocidade do vento são altas, pois ele não reflete a carga térmica radiante que atua sobre os animais, não podendo prever, efetivamente, a condição de desconforto do animal.

O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é um índice mais completo por levar em conta a radiação e é amplamente utilizado por considerar, em um único valor, os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e velocidade de vento (AMARAL *et al.*, 2011). Devido à utilização destes quatro elementos climáticos, o ITGU é considerado mais adequado na avaliação do ambiente térmico em condições de climas tropicais (MENEGALI *et al.*, 2009).

A carga térmica radiante (CTR) é um índice físico de conforto que inclui fatores ambientais e que pode ser determinada pela equação de Stefan-Boltzmann (WELKER *et al.*, 2008). Ávalo (2014) relata que a Carga Térmica Radiante (CTR, $W m^{-2}$), é um índice mais adequado para representar as condições de conforto térmico em regiões quentes para a produção animal, em razão de incorporar a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do ar e a radiação na forma de temperatura de globo negro, em um único valor.

$$CTR = \delta (TRM)^4 \quad (1)$$

Sendo: CTR, dada em W/m^2 , δ a constante de Stefan-Bolzman ($5,67 \cdot 10^{-8} W/m^2 \cdot K$) e TRM a temperatura radiante média, expressa em K; a TRM será obtida segundo a equação:

$$TRM = 100 \cdot (2,51 \cdot \sqrt{V} \cdot (T_{gn} - T_{ar}) + \left(\frac{T_{gn}}{1000}\right)^4)^{1/4} \quad (2)$$

V = velocidade do vento é dada em m/s

Tgn = temperatura de globo negro dada em k

Tar = temperatura do ar em K

A CTR é normalmente utilizada para quantificar as trocas radiantes em construções. Abreu *et al.* (2001) relataram que é necessário reduzir, além da CTR incidente sobre as coberturas, a CTR interna das instalações com materiais de cobertura que sejam bons refletores e bons absorventes. Em condições de regime permanente, esse índice expressa a radiação total recebida pelo globo negro e considera os efeitos da velocidade do vento e da temperatura ambiente (PEREIRA, 2007).

Entalpia é um índice de avaliação de conforto térmico que depende da temperatura e da umidade relativa do ar, e tem sido um dos índices mais adequados para avaliação do ambiente interno de aviários de frangos de corte (NAZARENO, 2011). A entalpia é a expressão da quantidade de energia presente no ambiente, e a aquisição das variáveis necessárias para sua utilização é de fácil acesso (SILVA et al., 2011).

A equação que será utilizada neste trabalho será a citada por RODRIGUES et al. (2010), que é uma formulação da equação proposta por ALBRIGHT (1990), para que valores de temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica local possam ser incorporados diretamente na equação para o cálculo da entalpia.

$$H = 1,006t + \frac{UR}{P_B} \cdot 10^{\left(\frac{7,5t}{237,3+t}\right)} \cdot (71,28 + 0,052 \cdot t) \quad (3)$$

Em que,

h - Entalpia, $kJ \cdot kg^{-1}$ ar seco;

t - Temperatura de bulbo seco do ar, °C;

UR - Umidade relativa, %, e

P_B - Pressão barométrica local, mmHg.

2.5. ILUMINAÇÃO

A iluminação apresenta-se como um dos fatores ambientais capazes de promover alterações nos processos fisiológicos e comportamentais das aves (MORRILL, 2014). A iluminação dos galpões é considerada um fator ambiental de grande importância, pois propicia condições ambientais satisfatórias para se obter: animais com maior ganho de peso, melhor conversão alimentar, qualidade de carcaça superior e livre de alterações metabólicas (MENDES et al., 2013; OWADA et al., 2007).

Dependendo de sua intensidade, afeta o comportamento de frangos de corte (ALVINO et al., 2009) e interfere nas respostas fisiológicas. Sua influência abrange várias funções corporais e características dos animais, pois controla os ritmos biológicos, como alimentação, reprodução, concentrações hormonais, atividades enzimáticas e processos metabólicos, entre outros (BAËTA & SOUZA, 2010).

Lewis et al., (2004), concluíram que um melhor desempenho e bem-estar das aves poderia ser alcançado com período de iluminação moderado, com aumento das horas de sono, menor estresse e melhor resposta imunológica dos animais.

A intensidade da iluminação nos ambientes de criação de aves pode ser controlada utilizando como medida o lux (lx) (ROSA et al., 2017). A manipulação da intensidade da luz é uma ferramenta de manejo amplamente adotada devido ao seu efeito sobre a produção, comportamento e bem-estar de frangos de corte. A recomendação mais adotada para intensidade da luz varia de 5 a 10 lx, durante o período de crescimento (LEWIS e MORRIS, 2006).

Programas de iluminação modernos iniciam com uma intensidade contínua em torno de 20 lx na primeira semana de vida dos pintinhos, reduzindo em torno de 5 a 14 lx até os 21 dias do lote. É comum a diminuição da intensidade da luz para 5 lx na fase inicial de criação (OLANREWAJU et al., 2006).

2.6. GEOESTATÍSTICA

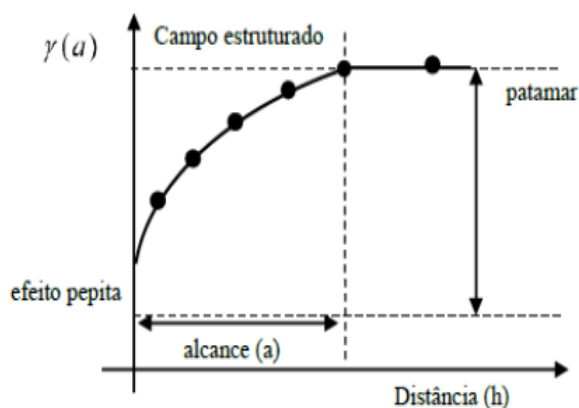
Para conhecer a variação das características ambientais de um local, é realizada uma avaliação do microclima, procurando conhecer cada um dos pontos dispostos no espaço. Estas informações são necessárias ao monitoramento do microclima através da geoestatística, que requer que os dados sejam adquiridos em pontos com coordenadas definidas, dentro da área, possibilitando a obtenção da estrutura de variância (GONÇALVES, 2015).

Na geoestatística os dados são inseridos para uma análise exploratória, obtendo a modelagem através de semivariogramas juntamente com a validação do modelo e interpolação de krigagem, que tem como objetivo avaliar a espacialidade em duas dimensões, por meio da interpolação dos pontos georreferenciados adquiridos pelas amostras (GONÇALVES, 2013).

Segundo Vieira (1995), o método geoestatística utiliza a função do semivariograma para produzir a área de alcance de uma variável considerando a variabilidade espacial do dado estudado, e utiliza a Krigagem como método de interpolação e outros derivados.

A continuidade espacial ou variograma é a variação de um acontecimento em determinado espaço por meio de uma descrição matemática da relação entre a variância de pares de observações e a distância (h) que as separa (CAMERINI et al., 2009). Os parâmetros primordiais do variograma são o efeito pepita, patamar e a amplitude, apontados na Figura 1.

Figura 1— Representação geral de um variograma e de seus componentes



Fonte: LANDIM, 2002.

As amostras apresentam-se correlacionadas espacialmente dentro de uma distância horizontal associada ao patamar, que corresponde a amplitude ou alcance (a), já o patamar é o valor que inclui o efeito pepita (C_0), é a medida que explica a variância do modelo, é a partir do patamar que se considera que não existe mais dependência espacial entre as amostras, pois a variância da diferença entre pares dos dados vai se tornando constante. Além desses componentes, temos a contribuição (C1) que é simplesmente a diferença entre o patamar (C) e o Efeito Pepita (C_0) (CAMARGO et al., 2004).

Um ponto básico na modelagem geoestatística é a construção do variograma experimental, pois sintetiza a informação relativa à estrutura espacial do dado, influenciando intensamente os resultados da Krigagem (LANDIM, 2004).

O variograma deve ser ajustado de acordo com modelos teóricos, que podem ser do tipo esférico, gaussiano, exponencial, dentre outros. O modelo esférico é um dos mais usados devido a sua distribuição normal na estatística clássica, este modelo de patamar tem um comportamento linear em função de dois parâmetros, a amplitude e o patamar ocorrendo junto à origem (ROCHA et al., 2014).

A krigagem é um procedimento de interpolação com estimativas parciais e com variância mínima que se caracteriza por a matriz de covariância espacial atribuir pesos às diferentes amostras, além de considerar a vizinhança no procedimento inferencial, faz uma redundância dos dados e pondera o erro associado ao valor (FERREIRA et al, 2012).

3. REFERÊNCIAS

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. **Diagnóstico bioclimático para produção de aves na mesorregião Nordeste Baiano**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004b. 5p. (Comunicado Técnico, 380).

ABPA- Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>. Acessado em: 09 de setembro de 2019.

ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants**. St Joseph: ASAE, 1990. 453p. (ASAE Textbook, 4).

AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R., TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.

AKAMINE, LUANA ALVES; ARAUJO, K. K. S.; SENA, C.C; PASSINI, R. Uso da termografia no desempenho de coberturas para construções rurais. **Revista de Ciências Agrárias**, vol.41, n.1, pp.291-300, 2019.

AVAL - Associação Brasileira de Avicultura Alternativa. Disponível em: <http://ruralpecuaria.com.br/tecnologia-e-manejo/avicultura/producao-de-frango-caipira-ealternativa-para-complementar-renda.html> - acessado em 11 de setembro de 2019.

ÁVALO, HÉLIO. **Estimativa do conforto térmico em aviário de frango de corte usando termografia infravermelha**. 2014. 45 f Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados.

ALVINO, GM; ARCHER, GS; MENCH, JA Behavioural time budgets of broiler chickens reared in varying light intensities. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdã, v.118, p.54-61, 2009.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.

BARBOSA FILHO, J. A. D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**.2004. 140p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BIAGGIONI, M. A. M.; MATTOS, S. P. J.; TARGA, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.961-972, 2008. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n4p961>.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Ofício Circular DO\DIPOA nº 007, de 19 de maio de 1999. Normatização e comercialização do frango Caipira ou frango Colonial, também denominado "frango Tipo ou Estilo

Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonia". **Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil, Brasília**, 19 de maio 1999.

BRIDI, A.M; SAMPAIO, A.A. B; MUNIZ, C.A.S. **PRODUÇÃO AGROECOLÓGICA DE FRANGOS**. Programa de Educação Tutorial do Curso de Zootecnia Universidade Estadual de Londrina, 56 p, Londrina, 2016.

BROOM, D.M.; MOLENTO, C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – Revisão. **Archives of Veterinary Science** v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v.142, p.524-526, 1986.

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

BUFFINGTON, D. E.; COLLASO-AROCHO, A.; CANTON, G.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. **Black globe humidity comfort index for dairy cows**. St. Joseph: ASAE 77-4517, 1977. 19p.

CARMARGO, E.C.G; FUCKS, S.D.; CÂMARA, G. **Análise espacial de superfícies**. Brasília: Embrapa, 2004.

CARVALHO, HUMBERTO GARCIA de. **Materiais de cobertura e suas associações a forros e materiais isolantes no ambiente térmico de protótipos abertos e fechados com vistas a produção de frangos de corte em clima quente**. 2013.97f. Tese de Doutorado em Engenharia Agrícola - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

CÉZAR, RENATO DE LIMA. **Pintura do telhado de galpões para frangos de corte: ambiência e parâmetros fisiológicos**. 2012. 72 f. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal apresentada a Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade federal de Goiás, Goiânia.

COELHO, DIOGO J. de R. et al. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 996-1004, out. 2015.

COSTA, M. J. R. P. Comportamento e bem-estar. In: MACARI, M, FURLAN, R.L., GONZALES, E. E.D., **Fisiologia aviária aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.327-345.

CORDEIRO, M.B.; TINÔCO, I.F.F.; MESQUITA FILHO, R.M.; SOUSA, F.C. **Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.3, p.418-26, maio/jun. 2011.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: AVI Publishing, 1979. 325p.

FERNANDES, THIAGO. **Conforto térmico em aviários de frango de corte colonial em diferentes tipologias construtivas**.2017.96f. Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Ciências Ambientais – PPGCA, Universidade de Cuiabá – UNIC, Cuiabá-MT.

FEIZE, A.; SHAHBAZI, M.; TAIFEBAGERLU, J.; HAGHIGAT, A.; Effect of heat stress (HS) on production of hy-line layers. **Research Journal of Biological Sciences**, v.7, p.206-208, 2012. <http://dx.doi.org/10.3923/rjbsci.2012.206.208>

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005, 371 p.

FIORELLI, J.; FONSECA, R.; MORCELI, J. A.; DIAS, A. A. Influência de diferentes materiais de cobertura no conforto térmico de instalações para frangos de corte no oeste paulista. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.986-992, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000500020>.

FONSECA, P. C. F. **Efeito do manejo de cobertura sobre índice de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho de bezerros leiteiros.** 55 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agroindustriais) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.

FOUAD, M.A.; RAZEK, A.H.A.; BADAWY, E.S.M. Broilers welfare and economics under two management alternatives on commercial scale. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.1167-1173, 2008.

FRASER, D.; DUNCAN, I.J.H.; EDWARDS, S.A.; GRANDIN, T.; GREGORY, N.G.; GUYONNET, V.; HEMSWORTH, P.H.; HUERTAS, S.M.; HUZZEY, J.M.; MELLOR, D.J.; MENCH, J.A.; SPINKA, M.; WHAY, H.R. General principles for the welfare of animals in production systems: the underlying science and its application. **The Veterinary Journal**, v.198, p.19-27, 2013.

FREITAS FILHO, DAVI GOVEIA de. Transdisciplinaridade no Ensino de Construções e Instalações Rurais com Foco na Avicultura Caipira. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

GONÇALVES, INDIRA CRISTIANE MOREIRA. **Diagnóstico das variáveis meteorológicas e índices de conforto térmico em diferentes apriscos localizados no sertão pernambucano.** 2015. 99f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA.

GONÇALVES, SICÍLIA AVELAR. **Comportamento de diferentes linhagens de frango de corte tipo caipira.** 2013. 35p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

HARVEY, D.; e HUBBARD, C. Reconsiderando a economia política do bem-estar dos animais de criação: uma anatomia do fracasso do mercado. **Política Alimentar**, v. 38, p. 105-114, 2013.

LANDIM, P. M. B. **Introdução à análise variográfica com o varionwin: lab. Geomatématica.** Rio Claro: DGA, IGCE, UNESP, 2004.

LANDIM, P. M. B.; MONTEIRO, T. C.; CORSI, A. C. **Introdução à confecção de mapas pelo software SURFER,** DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatématica, Texto Didático 08, 21p. 2002.

LYRA, DÉBORA SANTA FÉ MONTEIRO. **Aplicabilidade de índices de conforto térmico: um estudo de caso em Salvador - BA.** Salvador: Universidade Federal da Bahia - UFBA, Escola Politécnica, 2007. 131p. il.

LEWIS, P.D.; BACKHOUSE, D.; GOUS, R.M. Photoperiod and oviposition time in broiler breeders. **British Poultry Science**, v.45, p.561-564, 2004.

LEWIS, P., MORRIS, T. Lighting for broilers. **In Poultry Lighting: The Theory and Practice**, p. 145–148, 2006.

MADEIRA, L.A; SARTORI, J.R; ARAÚJO, P.C; PIZZOLANTE, C.C; SALDANHA, E.S,P; PEZZATO, C.A. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MEDEIROS, M.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. **Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte.** **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.13, n.4, p.277-86, out./dez. 2005.

MENDES, A.S.; PAIXÃO, S.J.; RESELATTO, R.; MORELLO, G.M.; MOURA, D.J.; POSSENTI, J.C. Performance and preference of broiler chickens exposed to different lighting sources. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 22, n.1, p. 62-70, 2013.

MENEGALI, I.; 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. **Rev. bras. eng. agríc. ambient**, v.13, p.984–990, 2009.

OLIVEIRA, J. F., HOLANDA, J. S. & MELO, J. B. 2003. Manejo e produção de galinha caipira. Natal: **Emparn**.

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, set./dez. 2007.

POLETTO R. 2010. Bem-estar animal. Suíno.com, Tangará, 5 abr. 2010. **Série especial bem-estar animal por Rosangela Poletto**. Disponível em: <<http://tinyurl.com/4t6z4bk>>. Online.

ROSA, C. O., Garcia, R. G., de Alencar Nääs, I., da Silva Lima, N. D., & da Costa, J. S. Análise Econômica De Diferentes Sistemas De Iluminação Em Aviários Dark House. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 19, n. 1, p. 23-30, 2017.
BAÊTA, FC; SOUZA, CF *Ambiência em edificações rurais: animal de conforto*. Viçosa: Ed. UFV, 269p. 2010.

RABELLO, C. B. V. Produção de aves em clima quente. In: **Zootec 2008**, João Pessoa - PB, 2008.

RESENDE, O; BATISTA. J. A; RODRIGUES.S: Caracterização de instalações avícolas em diversos municípios do estado de Rondônia. **Global science and technology**., v. 01, n. 09, p.71 - 81, dez/mar. 2008 (ISSN 1984 - 3801).

ROCHA, O. D. S., Costa, J. R. R., GONÇALVES, R. D., Amorim, S. M., Galvão, A. K. L., & Santos, F. F. (2016). Avaliação do desempenho de frangos de corte de linhagem alternativa criados em aviário convencional na cidade de Manaus. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, 2(1).

ROCHA, SIMARA VIEIRA da. **Diferenciação do padrão de malignidade e benignidade de massas em imagens de mamografias usando padrões locais**

binários, geoestatística e índice de diversidade. 2014. 106 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Eletricidade) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2014.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, Suisse, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2010.

SILVA, I. J. O.; SEVEGNANI, K. B. Ambiência na produção de aves de postura. In: Silva, I. J. O. Ambiência na produção de aves em clima tropical. **Piracicaba**: FUNEP, p.150-214. 2001.

SILVA, G. A.; S, E. M. N.; S, B. B.; Z, C. A.; A, M. D. B.; M, B. A. **Aplicação da termografia na avaliação da resposta fisiológica e gradientes térmicos de cabras anglos nubianas criadas no semiárido paraibano.** V Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Esalq/ USP, São Paulo - SP, 2011.

SILVA, M.G; MARTIN S, OLIVEIRA C.E.G; MOSCON ES; DAMASCENO F.A. Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas. **Energia na Agricultura** 30(3):269-275, 2015.

SOUZA, Thomson José. **Desempenho de frangos da linhagem label rouge, sob manejo agroecológico num sistema de produção agroflorestal.** 2017. 72p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.

SHUTZ, E. S. **Variabilidade do ambiente térmico em galpão para Frangos de corte e sua influência nas respostas Fisiológicas e comportamento das aves.** 2011. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

TAN, G.-Y.; YANG, L.; FU, Y.-Q.; FENG, J.-H.; ZHANG, M.-H. Effects of different acute high ambient temperatures on function of hepatic mitochondrial respiration, antioxidative enzymes, and oxidative injury in broiler chickens. **Poultry Science**, v.89, p.115- 122, 2010. DOI: 10.3382/ps.2009-00318.

TINOCO, IFF. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 01-26, jan. 2001.

TRINDADE, J. L. **Diagnóstico ambiental e índices zootécnicos em galpões de poedeiras no semi-árido paraibano**. Campina Grande: UFCG, 2006. 68p. Dissertação Mestrado.

VALADARES, Leonora Ribeiro. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, julho de 2015. **Avaliação do conforto térmico em uma granja comercial de frangos de corte com e sem pintura de telhado** 43p. Orientador: Joerley Moreira. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

VITA, G.F; ILDEMAR FERREIRA, I; MARIA A.V. COSTA PEREIRA, M.A.V; AZEVEDO, J.R; SANAVRIA, A; BARBOSA, C.G; GALLO, S.M; HENRIQUE V.G. VASCONCELLOS, V.G. Eficácia de *Chenopodium ambrosioides* (erva-de-santa-maria) no controle de endoparasitos de *Gallus gallus* (galinha caipira). **Pesq. Vet. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, p. 39-45, Jan. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2014000100007>.

ZANELLA, A. J. X. (1996). Fatores que põe em risco o bem-estar de suínos ao ar livre. **Anais do Simpósio sobre Sistema Intensivo de Suínos Criados Ao Ar Livre - SISCAL** (p. 157-167). Concórdia, Brasil: EMBRAPA.

ZECHINATTO, J. C. **Criação de frango caipira**. Fazenda Serra Morena, Frango Caipira. Governo Municipal de Uberaba, 2014.

4. **ARTIGO 1: Ambiência em diferentes instalações de frangos caipiras de corte sob estresse térmico.**

Environment in different installations of caipira chickens under thermal stress.

RESUMO: Objetivou-se avaliar o ambiente térmico em duas instalações de frango de corte caipira, distintas pelo material utilizado, averiguando a influência no desempenho dessas aves. Foram utilizados dois galpões de dimensões 3,0 x 6,0 x 2,80m, um com estrutura de alvenaria e telha cerâmica e a outro com estacas de madeira de eucalipto e telhado de palha de coco, possuindo em cada, 100 aves da linhagem pesadão vermelho. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos (galpão de alvenaria e galpão de madeira) e onze repetições; sendo realizada análise dentro de cada semana. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O ambiente interno do galpão de madeira obteve os menores valores de ITU, ITGU e entalpia, apesar disso, o ambiente estava em desconforto térmico nas semanas estudadas. A 4ª semana de vida dos frangos obteve a melhor conversão alimentar sendo de 1,32kg/kg em ambos os galpões. Na última semana, o peso médio das aves foi de 1,72 kg no galpão de madeira, enquanto que no do galpão de alvenaria foi de 1,56 kg. Os galpões não foram eficientes em proporcionar um ambiente térmico dentro da faixa de conforto para os frangos de corte em todas as semanas estudadas. O sistema de criação semi-intensivo pode contribuir para obtenção de bons índices zootécnicos, favorecido pelo ambiente externo que proporcionou aos frangos caipiras um ambiente térmico mais próximo do ideal e como consequências obtiveram uma boa produtividade.

PALAVRAS CHAVE: Ambiência. Aviário. Avicultura de corte. Conforto térmico. Construções rurais.

ABSTRAT- The objective was to evaluate the thermal environment in two facilities of caipira broiler chicken, distinct by the material used, investigating the influence on the performance of these birds. Two 3.0 x 6.0 x 2.80 m shed were used, one with a masonry structure and ceramic tile and the other with eucalyptus wood piles and coconut straw roof, each having 100 birds of the heavy red lineage. The experimental design was entirely randomized with two treatments (masonry shed and wooden shed) and eleven repetitions; analysis was performed within each week. Data were submitted to Tukey's test at 5% probability. The internal environment of the wooden shed obtained the lowest values of UTI, UTI and enthalpy, despite this, the environment was in thermal discomfort in the weeks studied. The 4th week of life of the chickens obtained the best feed conversion being 1.32 kg/kg in both houses. In the last week, the average weight of the birds was 1.72 kg in the wooden house, while in the masonry house it was 1.56 kg. The sheds were not efficient in providing a thermal environment within the comfort range for broilers in all the weeks studied. The semi-intensive rearing system can contribute to obtaining good zootechnical indexes, favored by the external environment that provided the caipira chickens with a thermal environment closer to the ideal and as consequences they obtained a good productivity.

KEY WORDS: Environment. Avian. Poultry cutting. Thermal comfort. Rural buildings

4.1. INTRODUÇÃO

O sistema de criação caipira, semi-intensivo, proporciona instalações com acesso livre das aves a uma área de pastejo. Este sistema permite que os animais expressem seu comportamento mais próximo do natural, resultando em diferenças na qualidade da carne, quando comparadas com as aves criadas em sistemas intensivos (FANÁTICO et al., 2007; MIKULSKI et al., 2011). Um dos fatores determinantes dos sistemas de criação de frango de corte é a condição ambiental proporcionada pelas instalações, que pode interferir no bem-estar, saúde e comportamento das aves, limitando a produtividade e afetando o desempenho final do lote (FOUAD et al., 2008; TAN et al., 2010).

Neste sentido, a escolha da edificação para a criação de frangos tem que englobar uma análise térmica dos materiais empregados e de condições climáticas da região onde será implantado o sistema de criação, adequando e escolhendo materiais de construção que permitam uma melhoria do ambiente interno favorecendo o bem-estar das aves. (SILVA et al., 2015).

A realização de projetos que estejam em conformidade com os requisitos pré-estabelecidos para a ambiência do local, devem considerar fatores construtivos, como a orientação, a forma geométrica, os materiais de fechamento (cobertura e paredes), o pé-direito, o tamanho do beiral e a inclinação do telhado. Ao atender a estes critérios, as condições térmicas internas da instalação avícola podem proporcionar temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade do ar e radiação solar dentro dos limites considerados ideais e em conformidade com as exigências dos animais (CARDOSO, 2014).

Para a avaliação dessas características bioclimáticas, tem sido utilizado os índices de conforto, que tem como característica englobar em um único valor o efeito entre os elementos meteorológicos do ambiente construído, sendo os ITU, ITGU e Entalpia, os mais comumente utilizados (MEDEIROS et al., 2005; MENEGALI et al., 2009; ROCHA et al., 2010; DALÓLIO et al., 2016).

A utilização destes índices de conforto podem ser verificados em trabalhos científicos tais como Silva et al. (2015) avaliando o uso de diferentes materiais de cobertura, em modelos reduzidos de galpões avícolas, com a utilização de materiais de cobertura diferentes (a telha cerâmica, telha alumínio e telha de fibra vegetal

asfáltica reciclada), os autores observaram que a telha cerâmica proporcionou melhores condições de conforto térmico com valores médios de ITGU de 75,65 e CTR de 453,09 W.m⁻², mostrando que o estudo e conhecimento das propriedades térmicas dos materiais são indispensáveis para o aprimoramento do conforto térmico dos galpões.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho consistiu em avaliar duas instalações distintas pelo material utilizado, averiguando o ambiente térmico proporcionado às aves e qual sua influência na produção dos animais em um sistema semi-intensivo, para as condições ambientais do Submédio Vale do São Francisco.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre junho a setembro de 2018, em dois galpões de frangos de corte caipira, no Espaço Plural da Universidade Federal do Vale São Francisco, localizada no município de Juazeiro - BA, (-9°26'58.7") de latitude sul e (40°31'30.6") de longitude oeste, inserida na região do Submédio São Francisco.

De acordo com a classificação climática de *Koppen*, o clima da região é BSwH, caracterizado como clima semiárido com média anual de precipitação em torno 542 mm, evaporação anual de 3.015 mm, temperatura do ar máximas variando de 29,6 a 33,9 °C. A umidade relativa do ar varia em média de 62 a 67%. (TEIXEIRA, 2010).

Foram utilizados dois galpões, orientados de leste a oeste. Cada galpão tinha 3 m de largura e 6 m de comprimento, com altura das paredes laterais de 0,50 m e com pé direito de 2,80 m. Um deles foi coberto com telhado cerâmico, piso de concreto com 10 cm de cama de maravalha, laterais protegidas com telas de arame galvanizado e cortinas de polietileno na cor azul em tijolos de alvenaria; e o outro coberto com palha de coco, piso batido com uma camada 10 cm de maravalha e laterais de estacas de eucalipto com telas de arame galvanizado e cortinas de polietileno azul (Figura 01). Não há nenhum sistema de ventilação mecânica nos galpões.

As cortinas tiveram um manejo depois dos 30 dias, ficando parcialmente abaixadas a metade do galpão somente na faixa sul durante o período do dia a

noite era levantadas, esse manejo foi realizado no período dos 30 à 60 dias a partir dos 60 dias as cortinas da faixa sul foi totalmente abaixada e faixa norte parcialmente, não sendo mais levantadas durante a noite.

Em ambas as instalações foram criados 100 frangos da linhagem caipira francês vermelho pesadão, distribuídos, independente do sexo, aleatoriamente nos galpões e alojados na densidade de 5,6 frangos/ m². Cada instalação possuía uma área de piquete de 200 m², com capim tifton 35, individualmente, disponibilizando uma área de 2 m²/ave. O experimento foi iniciado quando os frangos de corte tinham um dia de idade.



Figura 01- Galpão de Alvenaria (A), Galpao de Madeira (B).

As rações comerciais utilizadas foram formuladas para atender o requerimento energético e proteico para manutenção e crescimento, fornecidas de acordo com a fase de criação, de 1 a 30 dias ração inicial e de 31 a 90 dias ração de crescimento. A composição básica das rações foi milho integral moído, calcário calcítico, farelo de soja, farinha de carne e ossos, mix de minerais, vitaminas e aminoácidos, com a complementação de frutas, verduras e capim tifton.

Nos primeiros 15 dias, nos horários noturnos, os pintinhos foram aquecidos com lâmpadas infravermelha de (250 Watts), com as cortinas parcialmente fechadas, para aquecimento dos mesmos. Ração e água foram distribuídas à vontade para os frangos durante todo o período de criação. Após os 30 dias de vida as aves tiveram acesso à área externa (piquete) com capim tifton.

As variáveis ambientais internas e externas: temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro (Tgn) foram coletados, a cada 30 minutos, através de mini datalogger Termo-higrômetro HOBO U12-013 com precisão (Temperatura: $\pm 0,35$ ° C de 0 ° a 50 ° C e umidade relativa: $\pm 2,5\%$ de 10% a 90%

UR , até um máximo de $\pm 3,5\%$), posicionados a 0,60 m de altura do piso dispostos em três pontos, alinhados no centro e nas paredes inicial e final de cada galpão (Figura 02). Na coleta dos dados externos os datalogger estavam dispostos no lado sul dos galpões a 1,20m do chão, sombreadados.

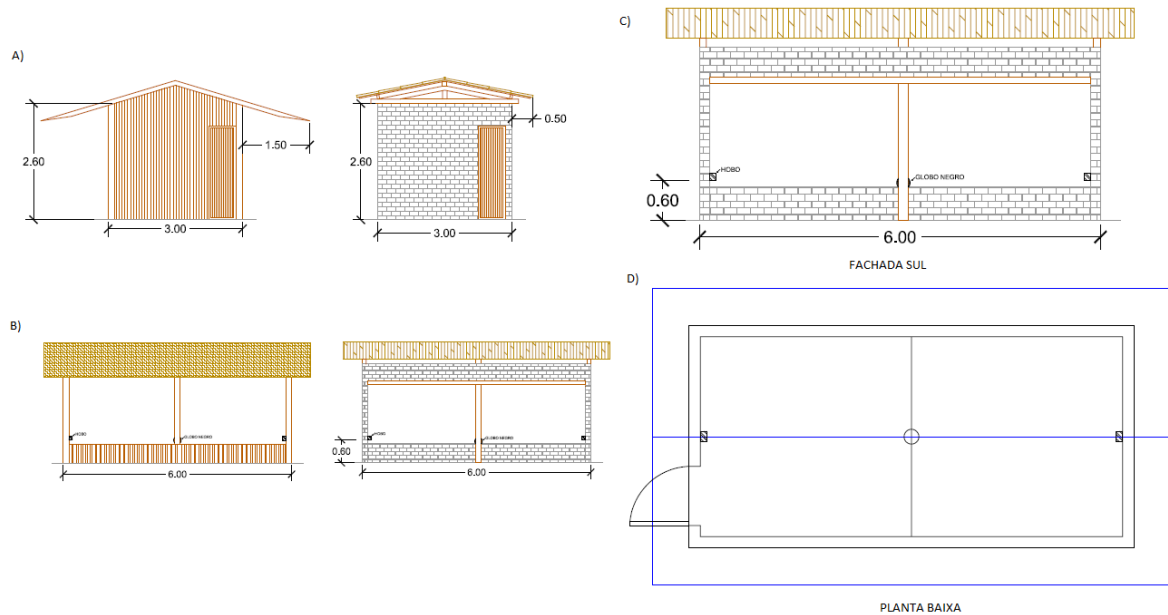


Figura 02- Fachada do galpão de Madeira e Alvenaria (A), Fachada lateral norte (B), Fachada lateral norte com representação da locação dos sensores (C) e da planta baixa com disposição dos sensores (D).

A partir dos dados obtidos foi calculado os índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) (Buffington et al., 1981), índice de temperatura e umidade (ITU) (Thom, 1959) e Entalpia (H) segundo equação proposta por Albright (1990).

O desempenho dos frangos foi avaliado utilizando os resultados de peso médio (PM), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA).

Nas três primeiras semanas a cada 7 dias foram registrados os dados de peso médio, ganho de peso e consumo de ração, em quilograma. Na fase de crescimento e terminação esses dados foram coletados a cada 15 dias. O peso médio dos frangos foi adquirido através das pesagens fracionadas em grupos de 10 animais por vez, totalizando 10 pesagens. O ganho de peso o foi obtido pela diferença entre peso final e peso inicial semanalmente.

O consumo de ração aparente foi calculado a partir da pesagem das sobras de ração nos comedouros e, por diferença entre a ração fornecida e a sobra, foi

determinado o consumo médio por ave. Os resultados da conversão alimentar foram obtidos através de uma divisão do consumo médio aparente de ração (Kg) pelo ganho de peso do animal (Kg). A mortalidade foi registrada diariamente, para cada tratamento.

Os índices de conforto térmico e desempenho zootécnicos foram analisados em um delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com dois tratamentos (galpão de alvenaria e galpão de madeira) e dez repetições. Sendo realizado análise dentro de cada semana (2°,3°,4°,7°,9°,11°,12°) de vida dos frangos.

Dados sobre o ambiente térmico, índices de conforto e variáveis de desempenho foram submetidos o teste de normalidade constatando que os mesmos eram normais, logo após, foi realizado à análise de variância, e quando significativos, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas no Software R Project.

Para análise da variância dos dados foram considerados os critérios de classificação de Warrick & Nielsen (1980), de baixa variabilidade para $C.V. < 12\%$, média variabilidade para $12\% < C.V. < 62\%$ e alta variabilidade para $C.V. > 62\%$.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística indicou diferença significativa para os tratamentos estudados ($P < 0,05$) para o índice de conforto térmico ITU com coeficiente de variação de 0,28%, sendo os dados considerados como baixa variabilidade.

A seguir, a Figura 3, está representado o comportamento do ITU médio diário, nas diferentes semanas de vida para cada galpão e ambiente externo, bem como a respectiva faixa com limite superior e inferior de cada semana que é considerado confortável para frangos de corte.

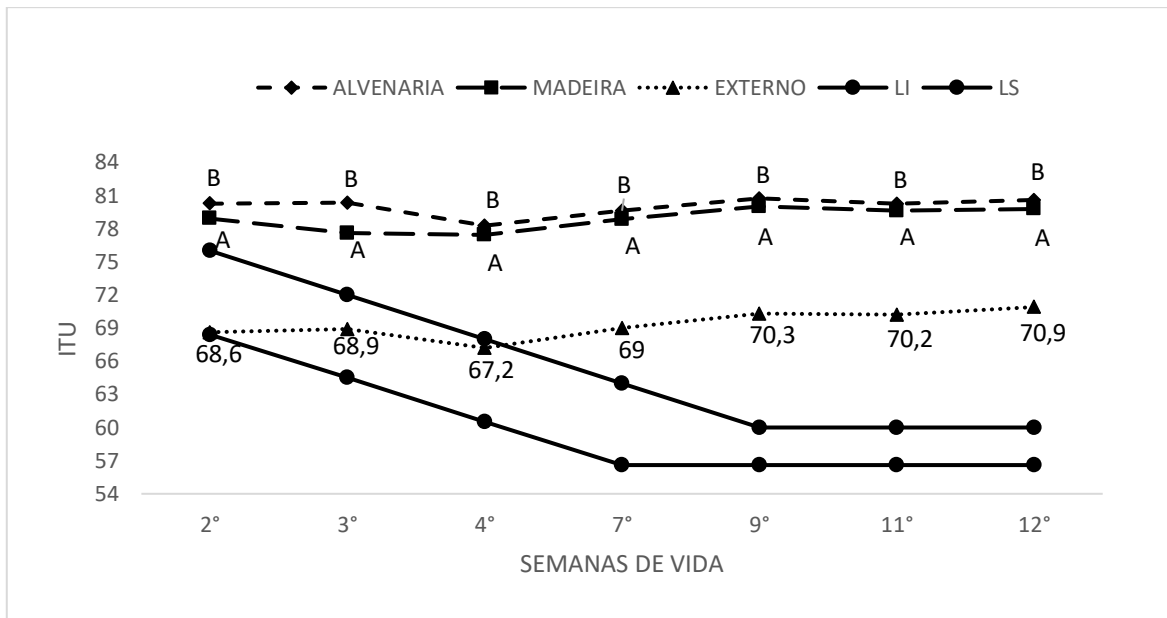


Figura 03- Gráfico das médias diárias do ITU dos galpões de madeira e alvenaria, além do ambiente externo nas semanas de vida dos frangos de corte caipira. LS -Limite superior de conforto. LI- limite inferior de conforto citados por Silva et al., (2004). Letras maiúsculas iguais não diferem entre os galpões. Coeficiente de variação 0,28%.

De acordo com Silva et al., (2004), a referência do ITU na criação de aves é realizada através das fases de criação: segunda semana está entre 68,4 a 76 e na terceira semana está 64,8 a 72. Para a fase de crescimento, durante a quarta semana a faixa ideal de ITU deve estar entre 60,5 a 68 e na quinta semana entre 56,6 a 64. E na fase de terminação a faixa ideal de ITU está entre 56,6 a 60 da sexta semana em diante.

Na Figura 03 foi observada a ocorrência de diferença significativa entre os tratamentos (galpão de alvenaria e madeira) em todas as semanas analisadas.

Na segunda, terceira e quarta semanas, os dois galpões apresentavam o ITU médio diário acima do recomendado por Silva et al. (2004), sendo que o ambiente térmico proporcionado pelo galpão de madeira alcançara valores de ITU menores do que o de alvenaria. Nestas semanas os animais não tinham acesso ao ambiente externo. Nas demais semanas, tanto o ambiente térmico dos galpões como o ambiente externo estavam acima do limite superior, revelando que o ambiente se encontrava estressante para os animais.

Nas primeiras semanas (2ª a 4ª) os valores de ITU médio diário variaram de 77,43 a 80,33 para galpão de madeira e de alvenaria respectivamente e o ambiente

externo entre 67,2 a 68,9, valores correspondentes foram encontrados por Campos et al. (2013), que na avaliação de protótipos de aquecedor solar para pintainhos com 1,0; 1,5 e 2,0 m de diâmetro com base nos índices de conforto térmico no município de Marechal Candido Rondon, Paraná, no inverno, obtiveram valores médios de ITU variando de 63,71 a 81,06 para as primeiras semanas e do ambiente externo variando 64,1 a 75,37, corroborando com esta pesquisa.

Staub et al. (2016) relataram a avaliação da ambiência interna e externa em galpões de frangos de corte no município de Sinop-MT nas diferentes épocas do ano e fases de criação, os valores de ITU encontrados para ambiente interno no período de baixa pluviosidade foi de 73,82 se enquadrando no limite conforto. Segundo o autor os valores de ITU entre 74 a 78 exige cuidado e está na zona de alerta. No presente trabalho ao contrário da pesquisa citada os valores de ITU dentro dos galpões ficaram acima de 77, sendo o ambiente interno caracterizado na situação crítica de acordo com mesmo autor, a partir da segunda semana de vida.

Na Figura 4 está descrito o comportamento do índice de conforto ITGU médio diário ao longo das semanas de vida dos dois galpões estudados e ambiente externo.

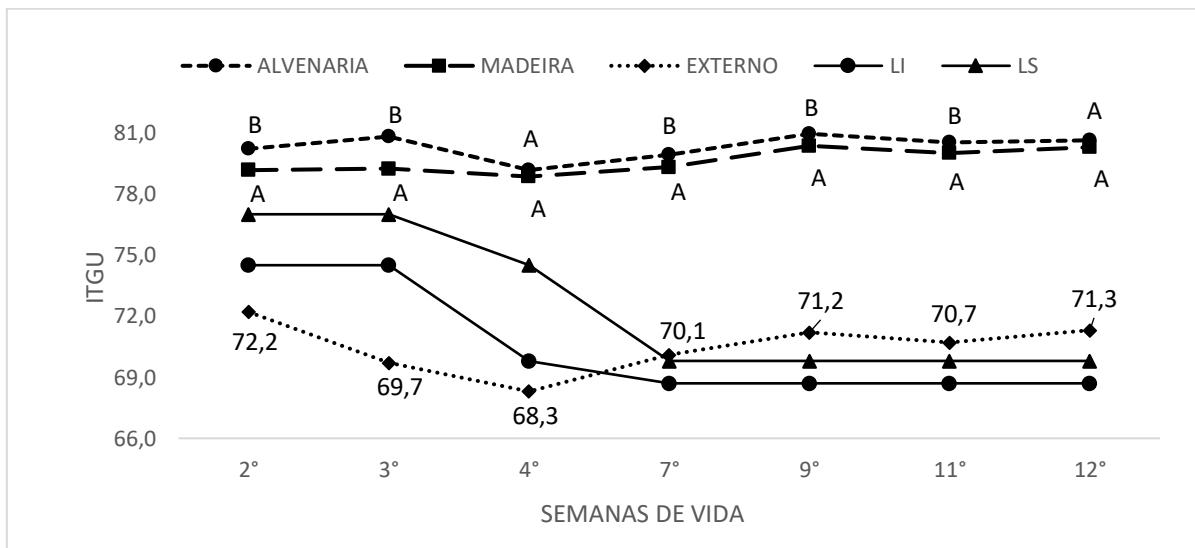


Figura 04- Gráfico das médias diárias do ITGU entre o galpão de madeira e alvenaria, além do ambiente externo nas semanas de vida dos frangos de corte caipira. LS -Limite superior de conforto. LI- limite inferior de conforto. Letras maiúsculas iguais não diferem entre os galpões Coeficiente de variação 0,55%.

Houve diferença significativa entre os tratamentos, galpões de madeira e alvenaria, exceto nas 4^o e 12^o semanas. Em ambos os galpões o ITGU não proporcionou um ambiente aos frangos dentro da faixa de conforto térmico segundo Oliveira et al. (2006).

O galpão de madeira proporcionou um ambiente com menores valores de ITGU, em quase todo o ciclo de vidas das aves, em comparação com o galpão de alvenaria.

Resultados semelhantes a esta pesquisa foram observados por Carvalho et al. (2014), que avaliando a condição de conforto térmico para aves nas três primeiras semanas de vida durante o dia na região Norte de Minas Gerais, observaram que os frangos estiveram, na maioria dos horários, em situação de desconforto térmico, mesmo no período de inverno, obtendo valores de ITGU de até 83 na terceira semana de vida das aves, sendo superiores aos valores encontrados nesta pesquisa. Esses menores valores de ITGU das pesquisas são atribuídos a uma ventilação superior à da região norte de Minas Gerais em relação a encontrada nesta região.

Pesquisas realizadas em instalações de madeira e cobertura de telha de fibrocimento e telado, demonstraram altos valores de ITGU, conforme Dias et al (2016), nos quais obtiveram, valores para ITGU máximo e mínimo de 95 e 86 respectivamente na região do norte do Estado de Minas Gerais na cidade de Janaúba caracterizada como região de clima quente sendo experimento realizado no inverno.

Na figura 05 podemos observar os valores médios da Entalpia de ambos os tratamentos e do ambiente externo assim como seus limites inferior e superior.

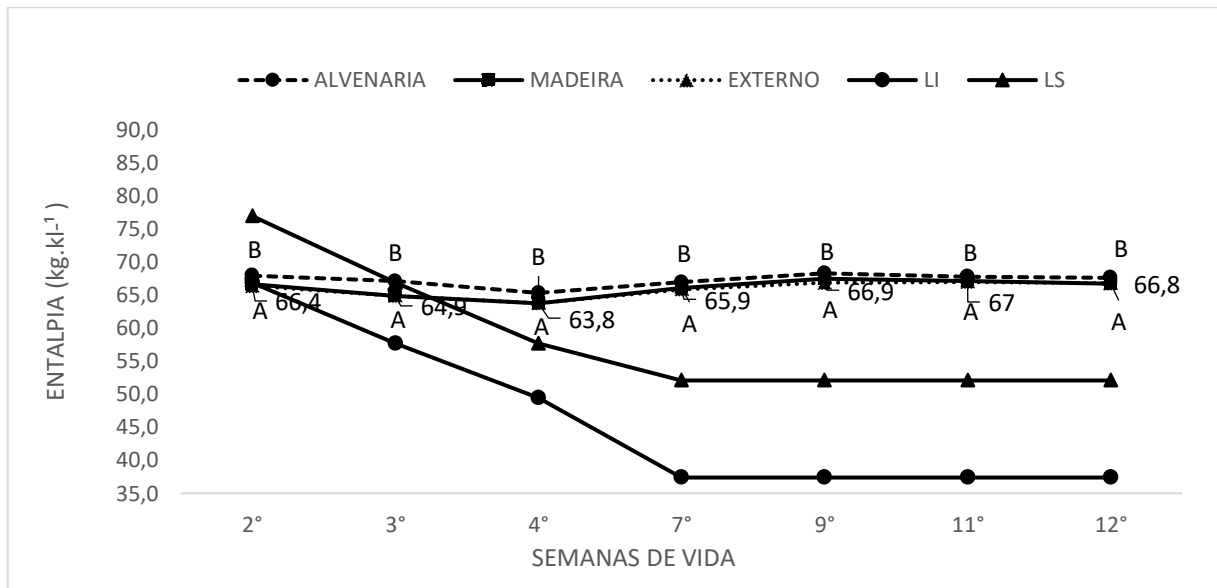


Figura 05- Gráfico das médias entre o galpão da Entalpia (kl/kg) nas semanas de vida dos frangos de corte caipira. LS -Limite superior de conforto. LI- limite inferior de conforto. Letras maiúsculas iguais não diferem entre os galpões. Coeficiente de variação 0,54%.

Na segunda semanas ambos os tratamentos estavam abaixo do limite inferior, caracterizando uma zona de alerta pra frio. Na terceira semana o índice de entalpia proporcionou um ambiente dentro da faixa de conforto no galpão de madeira com valor de 64,9 kl/kg de ar seco.

Nas demais semanas os dois galpões apresentaram valores de entalpia acima do limite superior, classificando o ambiente na faixa alerta segundo Barbosa filho et al, (2007), tendo necessidade de um monitoramento constante e climatização dos mesmos.

Nazareno et al. (2009) avaliando diferentes sistemas de criação para frangos de corte no inverno no estado de Pernambuco, relatam que os sistemas e ambiente externo estiveram acima das condições recomendadas; nas 4ª, 5ª e 6ª semanas, sendo os maiores valores encontrados no sistema de criação confinado, e os valores de entalpia mais próximos da condição de conforto das aves foi no ambiente externo, assim como os resultados encontrados nesta pesquisa.

No caso desta pesquisa o manejo e a ineficiência das cortinas comprometeram a ventilação interna influenciando diretamente sobre o conforto térmico das aves não eliminado parte do calor acumulado nas paredes, piso e teto dos galpões.

Portanto, a ventilação natural através das cortinas é ideal quando a temperatura externa se encontra mais baixa que a do interior do galpão. Pois quanto maior for essa diferença de temperatura, mais eficiente será a perda de calor por convecção (CARVALHO CURI, 2014).

Devido a maiores infiltrações ocorridas no galpão de madeira esta obteve melhores condições térmicas.

Na Figura 6 observa-se a análise do desempenho zootécnico dos frangos durante as semanas de vida, peso médio vivo (Figura 6.A), ganho de peso (Figura 6.B), consumo de ração (Figura 6.C) e conversão alimentar (Figura 6.D).

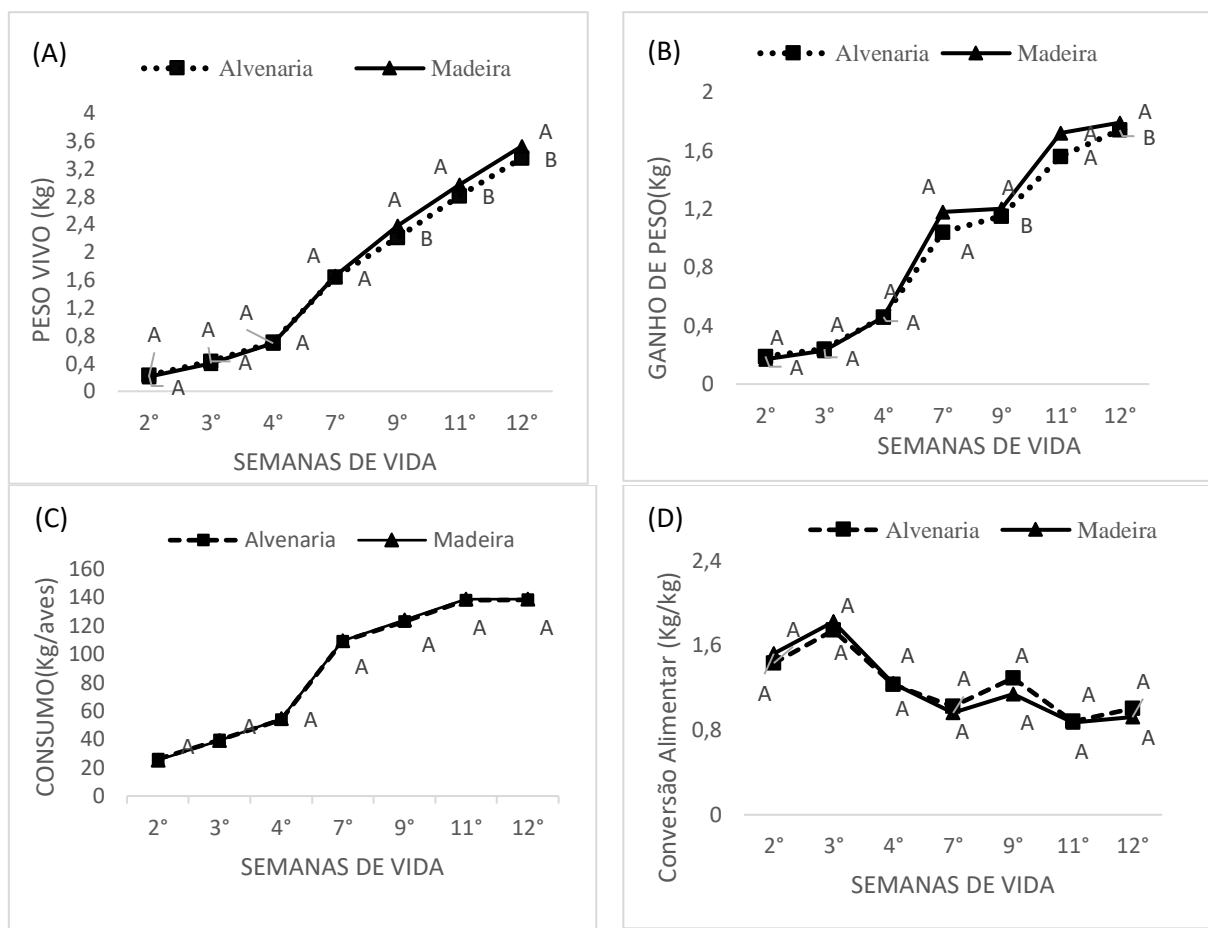


Figura 6- Gráficos de desempenho dos frangos de corte em diferentes galpões. Peso vivo (A), Ganho de peso (B), Consumo de ração (C) e Conversão Alimentar (D). Letras maiúsculas iguais não diferem entre os galpões. Coeficiente de variação peso vivo 9,37%. Coeficiente de variação do ganho peso 17,18 %. Coeficiente de variação Consumo de ração 1.37%. Coeficiente de variação conversão alimentar 14.08%.

Estatisticamente os dados apresentaram coeficiente de variação de baixa e média variabilidade sendo considerado uma indicação de homogeneidade dos dados de desempenho.

O peso vivo dos animais apresentou diferença significativa a partir da 9ª semana de vida dos frangos entre os tratamentos, assim como o ganho de peso, onde o ambiente do tratamento do galpão de madeira proporcionou melhores resultados.

As aves dos dois galpões apresentaram o mesmo consumo de ração, havendo um consumo maior a partir da 4ª semana, correlacionando com o aumento de peso vivo e ganho de peso, alcançando melhor eficiência de utilização do alimento e como consequência melhores valores de conversão alimentar em ambos os tratamentos (LEMOS et al. 2018), como pode ser observado na Figura 6 D.

O sistema de criação semi-intensivo contribui para um melhor desempenho zootécnico dos frangos, no ganho de peso nas semanas de crescimento e terminação aumentaram e a conversão alimentar obteve os melhores valores influenciando mesmo estes não proporcionado um conforto térmico às aves, demonstrando que outros fatores podem influenciar o bem-estar dos animais, diferentemente como relatado pelos autores Santos et al. (2003) e Santos et al. (2005) onde avaliando ganho de peso de frangos de corte caipiras encontraram melhores valores de peso vivo e conversão alimentar, no sistema de criação semi-intensivo, devido o mesmo proporciona bem-estar às aves influenciando positivamente no desempenho.

Ao contrário desse trabalho Takahashi et al (2006), ao pesquisarem quatro linhagens sendo, uma comercial (Ross-308) e três coloniais (Caipirinha, Pescoço Pelado e Paraíso Pedrês) e dois sistemas de criação (confinado e semi-confinado), observaram que o desempenho das linhagens coloniais não foi afetado pelo sistema de criação apresentaram conversão alimentar de 2,52 para a linhagem pescoço pelado e 2,62 para linhagem Paraiso Pedrês.

4.4. CONCLUSÕES

Os galpões não foram eficientes em proporcionar um ambiente confortável para os frangos de corte em todas as semanas estudadas.

Melhorias na ventilação do ar e na tipologia dos galpões e manejo das aves irão fornecer melhores condições de conforto térmico e desempenho zootécnico para frangos de corte caipira para condições climáticas do Vale do São Francisco.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPESB pela bolsa concedida.

4.5. REFERÊNCIAS

ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal), 2018. Relatório Anual 2018, 176 p. <http://abpabr.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf> (Acessado 26 de abril de 2019).

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.

ALBRIGHT, L.D. **Environment control for animals and plants**. St Joseph: ASAE, 1990. 453p. (ASAE Textbook, 4).

ALVES, M G M. DE MEDEIROS, F M. DE FREITAS ALBUQUERQUE, L.. artigo 308 bem-estar animal e qualidade da carne de frango. **REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME** –www.nutritime.com.br Artigo 308 Volume 12 - Número 04– p. 4107 – 4114 Julho/Agosto 2015. ISSN 1983-9006.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O. **Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia**. Piracicaba, 2007.

BUFFINGTON, C.S. *et al.* Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

CAMPOS, AT; KLOSOWSKI, ES; SOUSA, FA; PONCIANO, PF; NAVARINI, FC; YANAGI JUNIOR, T. Eficiência de sistema de auxiliares, para aviários, com base nos índices de conforto térmico. **Revista de Biociências**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p. 703-711, 2013.

CÂNDIDO, M. G. L. de; TINÔCO, I. DE F. F.; PINTO, F. DE A. DE C.; SANTOS, N. T.; Roberti, R. P. Determination of thermal comfort zone for earlystage broilers. *Engenharia Agrícola*, v.36, p.760-767, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n5p760-767/2016.f>.

CARDOSO, A. L. O. **Índices de conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas com diferentes materiais de cobertura**. 2014. 37f. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária de Brasília, Distrito Federal, 2014.

CARVALHO, CINARA da C. S. et al. Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro. **Rev. bras. eng. agríc. Ambient.**, Campina Grande, v. 18, n. 7, p. 769-773, July 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700015>.

CASSUCE, D. C.; TINÔCO, I. DE F. F.; BAÊTA, F. C.; ZOLNIER, S.; CECON, P.R.; VIEIRA, M. de F. A. Termal comfort temperature update for broiler chickens up to 21 days of age. **Engenharia Agrícola**, v.33, p.28-36, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000100004>.

CASTRO, A. C. DE. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de coberturas em instalações avícolas**. 2012.98f. Dissertação Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

COELHO, Diogo J. de R. e col. Ambiente térmico de aviário com paredes de alvenaria no estágio inicial de vida de frangos de corte. **Rev. bras. eng. agrícola. ambiente**. Campina Grande, v. 23, n. 3, p. 203-208, março de 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n3p203-208>.

COSTA, R. F., DINIZ, M. J., MEIRA, A. S., & Oliveira, R. Desempenho e eficiência térmica de forros de cobertura composto de EVA+ resíduos para instalações avícolas. **Revista Espacios**. Vol. 38 (Nº 46) Ano 2017. Pág. 10.ISSN 0798 1015.

CORDEIRO, M. B.; Tinôco, I. de F. F.; Mesquita Filho, R. M. de;Sousa, F. C. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.31, p.418-426, 2011.

DALÓLIO, F., MOREIRA, J., COELHO, D., & SOUZA, C. (2016). Caracterização bioclimática de um galpão experimental de criação de frangos de corte na região de Diamantina-MG. **REVISTA ENGENHARIA NA AGRICULTURA - REVENG**, 24(1), 22-31. doi:<https://doi.org/10.13083/reveng.v24i1.648>.

DEL CASTILHO, CC; SANTOS, TT; RODRIGUES, CAF e TORRES FILHO, RA. Efeitos do sexo e genótipo no desempenho e características de produção de frangos de corte ao ar livre. **Arq. Bras. Med. Veterinario. Zootec.** vol.65, n.5. 2013.

DIAS, A. N., MACIEL, M. P., DE OLIVEIRA AIURA, A. L., AROUCA, C. L. C., SILVA, D. B., & DE MOURA, V. H. S. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 51, n. 12, p. 2010-2017, Dec. 2016 <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016001200012>.

FANATICO, A. C. et al. Evaluation of Slower-Growing Broiler Genotypes Grown with and Without Outdoor Access: Meat Quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1785-1790, 2005.

FERNANDES, THIAGO et al. Evaluation of thermal comfort environment in a unit of the Reference Center of Social Assistance (CRAS). **Research, Society and Development**, v. 8, n. 4, p. 484957, 2019.

FOUAD AM, EI-SENOUSEY HK, YANG XJ, YAO JH. 2012. Role of dietary L-arginine in poultry production. **Int J Poult Sci** 11:718–729.

GOMES, R. C. C.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; YANAGII, S. N. M.; CARVALHO, V. F.; DAMASCENO, F. A. Predição do índice de temperatura do globo negro e umidade e do impacto das variações climáticas em galpões avícolas climatizados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1645 - 1651, 2011.

GOTTARDI, C. P. F. F.; OLIVEIRA, A. F. G.; SOUZA, A. R. Q.; FERREIRA, B. R.; FERREIRA, T. S.; ABAKER, J. E. P. Efeito do sexo sobre desempenho produtivo e características de carcaça de frangos de corte. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia - MS, v. 6, n. 2, p. 52-58, abr/jun. 2019. ISSN 2358-6303.

HERNANDEZ., ROBINSON OSORIO, TINOCO, ILDA FF, OSORIO S., JAIRO A., MENDES, LUCIANO B., ROCHA, KELLER SO, & G., LINA M. GUERRA. Ambiente térmico em dois galpões de corte durante as primeiras três semanas de

idade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** , 20 (3), 256-262. (2016a). <https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n3p256-262>.

LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, v.3, p.356-369, 2013. DOI: 10.3390/ ani3020356.

LOPES, S.P. **Estudo de galpões para a criação de frangos de corte, do ponto de vista hidrotérmico, nas condições climáticas brasileiras**. 1986. 155f. Dissertação (Mestrado em Construções s Rurais e Ambiência) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MACHADO, N. S.; TINÔCO, I. DE F. F.; ZOLNIER, S.; MOGAMI, C. A.; DAMASCENO, F. A.; ZEVIANI, W. M. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Nucleus**, v.9, p.59-73, 2012. <https://doi.org/10.3738/1982.2278.718>.

MACK, L.A.; FELVER-GANT, J.N.; DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry Science**, v.92, p.285-294, 2013. DOI: 10.3382/ps.2012-02589.

MARTINS, J.M.S., Taveira, R.Z., Hitz, F.H., Henrique Castilhano, H., Santos, M.P., 2012. Desempenho zootécnico de linhagens de frango de corte de crescimento rápido. Publicações em **Medicina Veterinária e Zootecnia**, 6 (4), ed. 191, art. 1287.

MELO A. DE S., ANDRADE, J.C. DE, MONTEIRO, D.S., GUEDES, R.E.F. DE, SILVA, R.M.F. DA. Análise de custos na gestão rural: um estudo acerca do comportamento dos custos de produção de frango em Pernambuco. **custose@gronegocio** on line - v. 12, n. 1 – Jan/Mar - 2016. ISSN 1808-2882.

MEDEIROS, C.M.; BAÊTA, F.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; TINÔCO, I.F.F.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.9, n.4, p.660-665, 2005.

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**, Campina Grande, v.13, p.984-990, 2009.

MIKULSKI, D. et al. Growth characteristics of two strains of native broilers (White Naked Neck and Black Svrljig) fattened under a semi-intensive system. **African Journal of Biotechnology, Nairobi**, v.10n.70, p.15813-15818, 2011.

NASCIMENTO, ST, DA SILVA, IJO, MAIA, ASC et al. Mean surface temperature prediction models for broiler chickens—a study of sensible heat flow. **Int J Biometeorol** (2014) 58: 195. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0702-7>.

NAZARENO, A C., PANDORFI, H, Almeida, GLEDSON 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. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 802-808, Dec. 2009.

PAULA, M. O. de; Sá, L. V. de; CARVALHO, S. de O.; TINÔCO, I. de F. F. Análise do conforto térmico e do desempenho animal em galpão para frango de corte na fase inicial de vida. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p.236-250, 2014.

PAULINO¹, MARIA TEREZA FRAGERI; GRIESER, JULIANA BEATRIZ TOLEDO. Criação de frangos de corte e acondicionamento térmico em suas instalações: Revisão. **Pubvet**. v.13, n.2, a280, p.1-14, Fev, 2019. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n3a280.1-14>.

ROCHA, H.P.; FURTADO, D.A.; NASCIMENTO, J.W.B.; SILVA, J.H.V. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.12, p.1330–1336, 2010.

QUEIROZ, de Vasconcelos, M. L., Barbosa Filho, J. A. D., de Lima Sales, F. A., de Lima, L. R., & Duarte, L. M. (2017). Variabilidade espacial do ambiente em galpões de frango de corte com sistema de nebulização. **Revista Ciência Agronômica**, 48(4), 586-595.

SAMPAIO, N. APLICAÇÕES DA CORRELAÇÃO E REGRESSÃO LINEAR. **Associação Educacional Dom Boco**, 2015.

SANTOS, A L dos, SAKOMURA, N K, FREITAS, E R, FORTES, C M L Sá, CARRILHO, E N V M, & FERNANDES, J B K. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(5), 1589-1598.2005. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000500020>.

SANTOS, M. J. B.; REBELLO, C. B. V.; PANDORFI, H.; TORRES, T. R.; SANTOS, P. A dos.; CAMELO, L. C. L. **Fatores que interferem no estresse térmico em frangos de corte**. Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 162 v.9, nº 03 p.1779- 1786 – mai/jun, 2012.

SANTOS, G. de B, SOUSA, I. F. de, BRITO, C. O, SANTOS, V. da S, BARBOSA, R. de J, & SOARES, Cl. (2014). Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, 44(1), 123-128.

STAUB, L., De, M. M., Santos, M. G., Komiyama, C. M., Gonçalves, N. S., Fernandes Junior, R. B., ... & Roque, F. A. (2016). Ambiência interna e externa em galpão de frangos de corte nas diferentes épocas do ano e fases de criação. **Nativa**, 4(3), 128-133.

SCHIASSI, L.; Yanagi Junior, T.; Ferraz, P. F. P.; Campos, A. T.; Silva, G.R.; Abreu, L. H. P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Engenharia Agrícola**, v.35,p.390-396, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric>.

SILVA, J. C. P. DE; Campos, A. T.; junior, T. Y.; cecchin, D.; lourençoni, D.; ferreira, J. C. (2015a). Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.58–63.

SILVA, M. G.; MARTIN, S.; OLIVEIRA, C. E. G.; MOSCON, E. S., DAMASCENO, F. A. Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas. **Energia na Agricultura**, Botucatu/SP, v. 30, n. 3, p. 269-275, 2015.

SILVA, T. P. N., PANDORFI, H., GUISELINI, C., ALMEIDA, G. L. P., & FARIAS, N. G. (2016). Tipologia de instalações avícolas na região Agreste de Pernambuco. **Engenharia agrícola**, 35(4).

TAN BJ, OHTANI S. Effect of different early feed restriction regimens on performance, carcass composition and lipid metabolism in male ducks. 2000.71 j **Animal Sciences** :586–593.

TAKAHASHI, S. E. et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 4, p. 624-632, 2006.

TEIXEIRA, ANTÔNIO HERIBERTO DE CASTRO. Informações agrometeorológicas do polo Petrolina, PE/Juazeiro - 1963 a 2009 / Antônio Heriberto de Castro Teixeira. — Petrolina: Embrapa Semiárido, 21 p. **Embrapa Semiárido**. Documentos, 233, 2010.

THOM, E. C. **Te discomfort index**. *Weatherwise*, v.12, p. 57-61, 1959.
<https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>.

VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; JÚNIOR, J. P. de S.; HOLANDA, M. C. R de. **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, p.1381-1386, 2010.

5. ARTIGO: Caracterização espacial do ambiente térmico em galpões de frangos caipiras de corte

SPATIAL CHARACTERISATION OF THE THERMAL ENVIRONMENT IN BROILER HOUSES

RESUMO: O ambiente térmico das instalações avícolas tem grande influência no bem-estar e produtividade animal durante a fase de produção. Neste contexto, o objetivo da pesquisa foi avaliar a espacialização das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade, velocidade do ar e iluminação) e dos índices térmicos (ITGU, CTR e Entalpia) em dois galpões de frangos corte caipira, um de alvenaria e telha de barro, outro de madeira e cobertura de palha, a análise foi realizada a partir da 6ª semana de vida em dois horários. Na análise estatística dos dados foi utilizando o delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 2x2, considerando dois períodos de avaliação (manhã e tarde), dois galpões (alvenaria e madeira). A dependência espacial foi avaliada pela análise de semivariogramas, e a construção de mapas de interpolação por krigagem. Os galpões apresentaram variabilidade térmica, com os maiores valores de temperatura e os menores valores de umidade relativa no galpão de alvenaria no período da tarde, com regiões apresentando ilhas de calor na faixa leste, caracterizando a região com maiores temperatura e índices térmicos. O galpão de madeira foi termicamente mais eficiente, apesar de não apresentar os valores ideais para um ambiente confortável pra frangos de corte caipira.

PALAVRAS CHAVE: Ambiência. Aviário. Conforto térmico. Construções rurais. Geoestatística.

ABSTRACT: The thermal environment of poultry facilities has a major influence on animal welfare and productivity during the production phase. In this context, the objective of the research was to evaluate the spatialization of the meteorological variables (temperature, humidity, air velocity and lighting) and the thermal indexes (BGTHI, RLT and Enthalpy) in two houses of caipira broiler chickens, one of masonry and clay tile, the other of wood and straw cover, the analysis was performed from the 6th week of life in two hours. In the statistical analysis of the data, the entirely randomized design (DIC) was used in the 2x2 factor scheme, considering two evaluation periods (morning and afternoon), two sheds (masonry and wood). The spatial dependence was evaluated by the analysis of semivariograms, and the construction of interpolation maps by krigage. The warehouses presented thermal variability, with the highest temperature values and the lowest values of relative humidity in the masonry house in the afternoon, with regions presenting heat islands in the eastern band, characterizing the region with the highest temperature and thermal indexes. The wood shed was more thermally efficient, although it did not present the ideal values for a comfortable environment for caipira broilers.

KEY WORDS: Environment. Avian. Thermal comfort. Rural buildings. Geostatistics.

5.1. INTRODUÇÃO

O sistema de criação de frango caipira tem proporcionado uma melhora do padrão econômico na agricultura familiar, devido ao maior interesse do consumidor em obter um alimento considerado de qualidade, além de que este sistema de criação preza pelas normas de bem-estar animal (MORAIS et al., 2015).

O sistema de criação caipira, ou semi-intensivo, possui instalações, nos quais os animais são confinados por 30 dias e após têm acesso a uma área externa com pastagem nativas ou cultivadas, em certo período do dia. Para isso, este sistema precisa se adequar a cada ecossistema em que é implantado.

Mesmo as instalações sendo consideradas simples, o controle térmico deste ambiente deve ser um dos fatores fundamentais. A maioria das instalações avícolas caipiras é aberta e não controla o ambiente interno, o que resulta em um microclima com interferências das condições térmicas externas (DASCENAMO et al., 2010), que podem afetar o desempenho destes animais.

Os materiais e técnicas construtivas utilizados nas instalações avícolas caipiras são importantes para obtenção de um ambiente térmico adequado, principalmente por não possuírem sistemas mecânicos de refrigeração como por exemplo, sistema de resfriamento evaporativo, os galpões de baixo custo utilizam a ventilação natural.

O ambiente dos frangos caipiras é influenciado pelos elementos meteorológicos do ecossistema em que está inserido. Podemos chamar de elementos meteorológicos a temperatura, umidade do ar, radiação e pressão. Apenas a temperatura do ar (TAR) não é suficiente para caracterizar as condições térmicas ambientais, outros fatores, também, são considerados importantes, como a velocidade do vento (V), e iluminação. Também para caracterizar o ambiente térmico são utilizados os índices térmicos como o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR), a qual reúne os efeitos combinados de temperatura, umidade, radiação e velocidade do ar (SANTOS et al., 2009).

No tocante a entalpia (H), tem sido proposto para a avaliação de ambientes internos dos aviários. Por definição, H é uma quantidade termodinâmica que indica a quantidade de energia contida em uma mistura de vapor de água e ar seco (kJ kg^{-1}

ar seco) (BARBOSA FILHO et al., 2007). Por conseguinte, nos casos de alterações de umidade relativa para uma mesma temperatura do ar, a energia envolvida nas alterações do processo e, conseqüentemente, as trocas térmicas no ambiente são alteradas (RODRIGUES et al., 2010). Tais variáveis podem ser avaliadas através utilização de técnicas geoestatística (YANAGI JÚNIOR et al., 2011).

A espacialização das variáveis do ambiente térmico e de iluminância possibilita entender a relação existente entre estes fatores do ambiente produtivo e sua variação espacial (MIRAGLIOTTA et al., 2006). Contudo a técnica da geoestatística permite descrever espacialmente a variabilidade dos dados com grande relevância no estudo do ambiente de produção, fornecendo um conjunto de artifícios necessários para entender a aparente aleatoriedade dos dados, estabelecendo uma dependência espacial (Yamamoto e Landim, 2013). Portanto o monitoramento ambiental das instalações é fundamental para tomada de decisões sobre correções ou ajustes a serem realizados para fornecer ao animal um ambiente confortável, para maior produtividade e bem-estar.

Neste contexto, a presente pesquisa teve por objetivo a avaliação da espacialização das variáveis climáticas (temperatura, umidade, velocidade do ar e iluminação) e dos índices térmicos (ITGU,CTR) e a Entalpia em dois galpões distintos de frangos caipiras de corte, a partir da 6ª semana de vida em dois horários, analisado as condições de conforto térmico no interior dos galpões utilizando a geoestatística, por meio da análise de semivariogramas, e a construção de mapas de interpolação por krigagem.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Espaço Plural da Universidade Federal do Vale São Francisco, Submédio São Francisco, Juazeiro-BA. O clima da região, segundo classificação de *Koepfen* pertence ao tipo BSwH, caracterizado como clima semiárido com média anual de precipitação em torno 542 mm, evaporação anual de 3.015 mm, temperatura do ar mensais variando de 24,5°C a 28,6°C, sendo julho o mês mais frio e novembro o mês mais quente do ano. A umidade relativa do ar varia em média de 62% a 67% e os menores valores nos meses de setembro e

novembro, abaixo de 51,5%, coincidindo com o período mais quente do ano (TEIXEIRA, 2010).

A coleta dos dados foi conduzida em cinco dias alternados dos meses de agosto e setembro de 2018. Foram utilizados dois galpões, orientados de leste a oeste. Cada galpão tinha 3 m de largura e 6 m de comprimento, com altura das paredes laterais de 0,50 m e com pé direito de 2,80 m, um coberto com telhado cerâmico, piso de concreto com 10 cm de cama de maravalha, laterais protegidas com telas de arame galvanizado e cortinas de polietileno na cor azul, construído em tijolos de alvenaria, o outro coberto com palha de coco, piso batido com uma camada 10 cm de maravalha e laterais de estacas de eucalipto com telas de arame galvanizado e cortinas de polietileno azul. Não há nenhum sistema de ventilação mecânica nos galpões.

Cada galpão possui uma área de piquete de 200m², com capim tifton 35, individualmente. Em ambas as instalações, 100 frangos da linhagem caipira francês vermelho pesadão, sexo misto, foram alojados na densidade de 5,6 frangos/m² na fase terminação 68 dias a 90 dias.

Os dados foram coletados a 1,5 m do piso em 42 pontos a cada 0,70 m de largura e 0,40 m de comprimento, formando uma malha representativa dos galpões. A temperatura e velocidade do ar foi mensurada usando o termo-anemômetro de fio quente, modelo Tafr 190 (Instruthemp) com precisão: $\pm (5\% + 1d)$ da leitura e ($\pm 1^\circ\text{C}/1,8^\circ\text{F}$) para temperatura. Para medir a umidade do ar (precisão $\pm 3\%$, 10~90%RH) e temperatura de globo negro (precisão Interno: $\pm 1^\circ\text{C}$ (15~40°C)), foi utilizado o aparelho medidor de IBUTG de modelo ITWTG-2000 Termômetro de Globo (Instruthemp). Os níveis de iluminação foram coletados por meio de luxímetro digital para Led, modelo LD-550, com precisão de $\pm 3\%$. As leituras foram feitas posicionando-se a base da fotocélula num plano horizontal na altura do local de trabalho, obtendo-se a leitura em lux.

As variáveis internas de temperatura, umidade e velocidade do ar foram coletadas as 9h da manhã e 15h da tarde das quais foram calculados os índices: entalpia (H) por meio da equação proposta por Sousa Júnior et al. (2011) a carga térmica radiante (CTR) (ESMAY, 1969) e o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) (BUFFINGTON et al., 1981) para a caracterização do ambiente térmico no interior dos galpões. Os dados dos índices foram obtidos através da

malha de pontos equidistantes para análise de geostatística. Como pode ser visto na Figura 2.

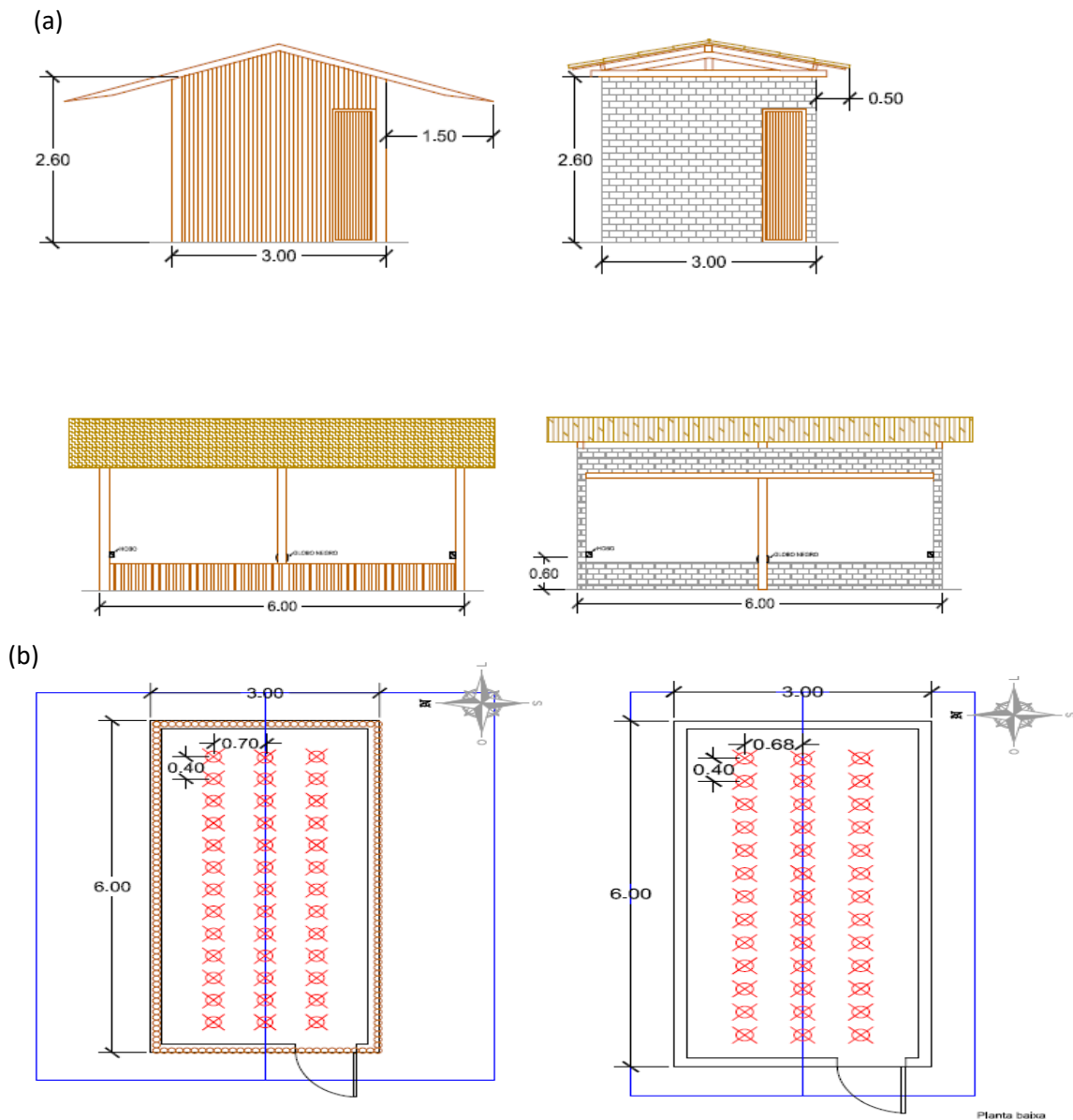


Figura 2- Plantas da fachada e lateral dos galpões (a) e planta baixa com pontos de coleta dos dados meteorológicos dos galpões de madeira e alvenaria (b).

Na análise estatística dos dados foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) no esquema fatorial 2x2, considerando dois períodos de avaliação (manhã e tarde) e dois galpões (alvenaria e madeira). As comparações de médias foram feitas através do teste Tukey considerado 5% de probabilidade. Todas as análises foram feitas no programa Software R Project. Para análise da variância dos dados foram considerados os critérios de classificação de Warrick & Nielsen (1980),

de baixa variabilidade para C.V. < 12%, média variabilidade para 12% < C.V. < 62% e alta variabilidade para C.V. > 62%.

A dependência espacial foi avaliada pela análise de semivariogramas ajustados pelo software GS+7.0 (2007) utilizando o semivariograma clássico de Matheron, que é dado pela Equação 1.

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (01)$$

Equação 1- N(h) é o número de pares de valores amostrados Z(x_i), Z (x_i + h), separados por um vetor h. O gráfico de $\gamma^*(h)$ em função dos valores correspondentes de h, chamado semivariograma, é uma função do vetor h e, portanto, depende exclusivamente da distância h.

Após o cálculo das semivariâncias, foram ajustados semivariogramas: Esférico (2), Exponencial (3) e Gaussiano (4) (MELLO, 2004).

$$(2) C_0 + C_1 \left[\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right]; 0 < h < a$$

$$(3) C_0 + C_1 \left[1 - \exp \left(-3 \frac{h}{a} \right) \right]; a < h < d$$

$$(4) C_0 + C_1 \left[1 - \exp \left(-3 \frac{h}{a} \right)^2 \right]; a < h < d$$

A análise da dependência espacial foi realizada de acordo com a classificação proposta por Zimback (2001), na qual analisa o índice de dependência espacial (IDE) utilizando a relação C₁/(C₀+C₁) e os intervalos que considera: dependência espacial fraca (IDE < 25%); moderada (25% ≤ IDE < 75%) e forte (IDE ≥ 75%), indicando que quanto maior o valor do GD de um modelo, maior a dependência espacial, e maior estrutura de continuidade espacial. O IDE é dado por:

$$(5) IDE = \left(\frac{C}{C_0 + C_1} \right) \times 100$$

Em que: IDE é o índice de dependência espacial; C é a variância estrutural e C₁ + C₀ é o patamar.

Os modelos foram avaliados pelo maior coeficiente de determinação (R^2), a menor soma do quadrado dos resíduos (SQR) e o maior coeficiente de correlação entre o valor conhecido e o estimado pelo modelo na validação cruzada. Após a análise da dependência espacial realizou a interpolação pelo método de Krigagem e a edição dos mapas no programa SURFER 14.0 (2014).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se a análise estatística dos valores médios das variáveis meteorológicas e os índices térmicos, indicando qual o ambiente proporcionou as condições microclimáticas adequados para o ambiente térmico de acordo com a zona de conforto para frangos de corte caipira nas duas instalações no período da manhã e tarde.

Tabela 1- Análise de variância dos atributos avaliados nos galpões em dois horários distintos.

	Galpão	Horário		CV (%)
		Manhã	Tarde	
Temperatura (°C)	ALV	30,29 Ba	32,56 Bb	1,19
	MAD	29,25 Aa	32,39 Ab	
Umidade Relativa (%)	ALV	40,85 Ab	33,50 Aa	2,05
	MAD	43,55 Bb	34,69 Ba	
Velocidade (m/s ²)	ALV	0,72 ns	1,35 ns	249,57
	MAD	0,78 ns	0,70 ns	
Luz (lm/m ²)	ALV	2963,87 Bb	2060,13 Ba	30,68
	MAD	805,71 Ab	1004,67 Ab	
ITGU	ALV	84,21 Ba	86,48 Bb	0,58
	MAD	82,88 Aa	86,46 Bb	
CTR (W/m ²)	ALV	535,18 Ba	554,98 Bb	2,44
	MAD	499,37 Aa	540,68 Ab	
Entalpia(kj/kg)	ALV	70,41 Ba	71,85 Bb	0,64
	MAD	69,25 Aa	72,01 Bb	

*Letras maiúsculas comparam à coluna e letras minúsculas a linha, como letras distintas indicando diferença significativa dos dados pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. ALV- Alvenaria; MAD- Madeira; CV- coeficiente de variação.

O galpão de madeira apresentou valor médio de temperatura menor durante os dois turnos quando comparado com o galpão de alvenaria, porém, o ambiente de ambos foi considerado estressante para os frangos de corte caipira a partir da 6ª semana de vida, onde a temperatura ambiente indicada para frangos de corte, na fase adulta, varia entre 18 e 22 °C. (ABREU E ABREU, 2011).

A umidade relativa houve diferença significativa entre os galpões e os horários, com maiores médias no tratamento do galpão de madeira. Segundo Dalólio et al., (2015), o ambiente necessário para que os frangos permaneçam em conforto térmico e utilizem o mínimo possível da energia para manutenção da sua temperatura corporal e máximo emprego dessa energia para produção é indicada para fase adulta, os valores de umidade relativa do ar de 50% a 70% (BAÊTA,2010; SOUZA, 2010; FERREIRA, 2011; DALÒLIO et al., 2016).

Assim quando a instalação não apresenta condições ambientais dentro dos limites adequados, o ambiente térmico é considerado desconfortável para frangos, como ocorrido nesta pesquisa onde os valores de temperatura e umidade do ar apresentaram-se fora dos limites ideais para o ambiente térmico confortável dos frangos de corte. Estando a umidade abaixo do limite inferior de 50% e a temperatura acima de 22°C em ambos os galpões e horários.

Os valores de velocidade do ar de ambos os galpões e período do dia não apresentaram diferença significativa (Tabela 1) sendo abaixo do requisitado para um ambiente interno dentro do conforto, de $1,5\text{ms}^{-1}$ para frangos de corte em fase de crescimento de acordo com Medeiros et al (2005). Mesmo a região caracterizada por ventos forte no período do inverno, a localização das instalações interferiu na ventilação dos galpões, por causa das barreiras artificiais entorno do mesmo.

O alto valor do coeficiente de variação (CV) para o atributo velocidade do ar o classifica com alta variabilidade dos dados caracterizando disparidade das médias. Farias et al. (2008), relata que a alta variabilidade do vento se deve ao fato de que o vento é caracterizado por mudar sua magnitude e direção constantemente, com variações de até 100% na média da magnitude num intervalo de 5 minutos dando a característica de alta variabilidade. Segundo o autor Queiroz *et al.* (2017) o elevado valor do coeficiente de variação da velocidade do ar é justificado, pelo fato de os galpões analisados serem abertos nas laterais e ficarem expostos às correntes ar da região.

Observa-se alto valores de intensidade luminosa para o galpão de alvenaria em comparação com o de madeira (tabela 01) em ambos os horários, isso é em decorrência do tipo de materiais utilizado e as técnicas construtivas. A cobertura da instalação de alvenaria é de cerâmica e possui pequeno beiral, proporcionando maior incidência da radiação solar nas faixadas laterais, enquanto a instalação de madeira, a cobertura é de palha e possuía um beiral de 1,20m, reduzindo a radiação solar nas faixadas, afetando a intensidade luminosa dentro da instalação.

Dias (2015) relata que frangos de corte comerciais quando alojados com pouca iluminação, aumentam a sua produtividade. Frangos criados em baixa intensidade luminosa tem comportamento de reduzir suas atividades promovendo uma melhor utilização da energia, resultando em maior peso corporal e menor conversão alimentar comparados com frangos criados sob luz mais forte (DEATON et al., 1976; PROUDFOOT e SEFTON, 1978; LIEN et al.,2008; DIAS, 2015).

Em contra partida os autores Deep et al. (2010), relataram que a iluminação muito forte (100 e 150lx) não interferiu no desempenho zootécnico dos frangos, apesar de estimular a atividade dos frangos, contribuindo para utilização da energia metabolizada na sua manutenção do que em seu crescimento.

A luminosidade apresentou coeficiente de variação médio, que segundo Silva et al. (2013), pode ser um indicador da existência de heterogeneidade nos dados estudados. Mesmo dentro de uma mesma instalação, há uma variação da intensidade, podendo ocorrer níveis de desempenho diferentes dos animais.

Como pode ser observado na Tabela 1, o ITGU diferiu significativamente entre os galpões e horários, onde o galpão de madeira durante o horário da manhã apresentou as menores médias do índice. Sendo este o índice que apresentou menor variabilidade entre os dados com valor de 0,58%.

As condições ambientais no interior das instalações devem estar dentro dos limites adequados, para caracterizar um ambiente térmico confortável para os animais, os limites inferior e superior do ITGU são de 69,1 e 77,5, respectivamente (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2006). Estes valores não afetam o desenvolvimento dos frangos de corte da terceira a sexta semana de criação (TEIXEIRA, 1983; CASTRO,2012). Assim, neste trabalho, em ambos os tratamentos os valores de ITGU encontravam-se acima do limite superior de conforto térmico para instalações de frangos de corte.

Amaral et al., (2011) relatam que na análise de comportamento entre a 3^a a 5^a semana os frangos de corte permaneceram prostrados, principalmente a tarde, período ao qual caracterizou-se com valores de ITGU superior ao limite de conforto, demonstrando, assim, que as aves estavam submetidas a condição de estresse, semelhante ao encontrado neste estudo.

Corroborando com trabalho que obteve valores de ITGU e CTR acima do recomendado para um ambiente confortável para frangos, Dias et al., (2016) avaliando o desempenho de linhagens de frangos de corte caipiras, em sistema semi-intensivo, em clima quente, por meio das variáveis fisiológicas e o comportamento, encontram valores para ITGU máximo e mínimo de 95 e 86, respectivamente, e CTR máxima e mínima de 770 e 670 W m⁻², respectivamente, bem acima do recomendado para frangos de corte.

Os valores de CTR diferiu entre os tratamentos galpões e período do dia sendo menor valor de média de 499,37 W/m² no galpão de madeira durante o período da manhã. Considerando-se como referência os valores por ROSA (1984) para abrigos em que se utilizaram telhas de cerâmicas (CTR = 489,9 W m⁻²) como indicativo de conforto térmico do ambiente, tanto os valores do galpão de madeira coberto com palha de coqueiro, quanto o galpão de alvenaria com cobertura de telha cerâmica estavam com ambiente estressante para os animais.

Quanto maior o valor de CTR, mais desfavoráveis são as condições ambientais para criação de animais (CABRAL et al., 2017). Em trabalho realizado por Barnabé et al., (2015), no estado de Pernambuco em abrigos individuais com diferentes coberturas para bezerras, os menores valores de CTR encontrados na telha reciclada (com palha de palmeira) de 444,8W m⁻², comparando com valores da pesquisa obteve-se valores bem superiores mesmo nos horários da manhã onde a radiação é menor.

Para as condições climáticas de semiárido, onde a intensidade de radiação é alta todo ano, mesmo no inverno é comum verificar desconforto das aves devido ao calor, um dos motivos é a grande incidência de radiação solar direta no telhado que transfere esta radiação para interior do aviário. De acordo com CEZAR (2012), essa radiação representa 75% da carga térmica sobre a cobertura que é transferida para o interior de um galpão. O telhado é a principal fonte de calor na instalação, por consequência, o tipo de cobertura interfere na condição de conforto do ambiente em

que aves se encontram (MORGAN, 1990; LIMA,2009), o que foi observado neste trabalho.

Com base nesta interferência, Silva et al.(2015), em trabalho realizado no centro-oeste do Brasil com objetivo de avaliar o uso de diferentes materiais de cobertura, em modelos reduzidos de galpões avícolas, a partir da análise dos índices de conforto térmico, obteve médias de CTR para cobertura com telhas cerâmicas $453,09\text{W.m}^{-2}$ e para telhas de fibra de vegetal $457,86\text{W.m}^{-2}$, bem abaixo do valores encontrados nesta pesquisa.

Foram observadas diferenças significativas da Entalpia nos horários da manhã e tarde, sendo o período da tarde os de maiores valores. A instalação de madeira apresentou a menor média no período da manhã diferenciando do galpão de alvenaria com média de $69,25\text{kJ kg de ar seco}^{-1}$.

Segundo Barbosa Filho (2004), os limites de Entalpia considerados ideais para os frangos de corte para sexta semana de vida é de 37,4 a 52,1 kJ kg de ar seco⁻¹, sendo considerado o ambiente moderado de 52,2 a 63,01 kJ kg de ar seco⁻¹, severo 63,1 a 72,6 1 kJ kg de ar seco⁻¹ e ambiente letal 72,7 a 106,0 1 kJ kg de ar seco⁻¹. Observa-se nesta pesquisa que em ambos galpões e nos dois períodos estudados o ambiente apresentava no estado severo ou zona crítica.

Os valores das variáveis ambientais situados dentro da zona crítica indicam que, se o ambiente interno do galpão de criação está no estado de alerta, o produtor tem que redobrar sua atenção, uma vez que, como se trata de uma região intermediária entre a faixa de alerta (moderada) e a letal, este funcionará como um forte indicativo de que medidas urgentes para o controle do ambiente interno do galpão deverão ser adotadas (QUEIROZ,2012).

Os parâmetros da análise geoestatística, como o modelo de semivariograma ajustado, efeito pepita, patamar, alcance e grau de dependência espacial, são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2- Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais para variáveis ambientais, nos diferentes galpões (ALV E MAD) a parti da 6^o semana de vida dos frangos, no período do inverno e nos horários das manhãs e tarde.

Variáveis	MANHÃ								TARDE							
	TRAT	MOD	C ₀	(C ₀ +C ₁)	A	IDE (%)	R ²	SQR	MOD	C ₀	(C ₀ +C ₁)	A	IDE (%)	R ²	SQR	
Temperatura (°C)	ALV	GAU	0,018	0,81	6,2	98	0,99	9.40E-04	GAU	0,02	0,05	3,3	64	0,84	1.30E-04	
	MAD	EXP	0,00002	0,02	1,22	99	0,72	1.90E-05	ESF	0,01	0,08	3,7	85	0,95	1.00E-04	
Umidade Relativa (%)	ALV	GAU	0,04	2,1	4,0	98	0,99	0,0182	ESF	0,01	0,04	1,4	77	0,78	9.90E-05	
	MAD	ESF	0,11	0,29	2,59	62	0,95	1.00E-03	GAU	0,04	1,58	8,6	97	0,97	2.50E-03	
Velocidade (m/s ²)	ALV	EXP	0,026	0,08	18,0	66	0,82	3.60E-05	ESF	0,03	0,1	1,8	64	0,88	2.30E-04	
	MAD	EXP	0,0001	0,07	0,78	99	0,54	1.40E-04	ESF	0,04	0,1	2,1	53	0,90	8.20E-05	
Luz (lúmens)	ALV	GAU	1000	643100	1,6	99	0,97	1.30E+10	GAU	1000	3.20E+05	1,39	99	0,90	7.10E+09	
	MAD	EXP	7330	14670	12,59	50	0,83	1.00E+06	ESF	34400	1.60E+06	2,33	78	0,95	3.90E+08	
ITGU	ALV	GAU	0,05	1,3	6,3	96	0,98	3.20E-03	GAU	0,05	0,12	3,1	60	0,84	6.50E-04	
	MAD	ESF	0,07	0,25	0,98	73	0,65	2.60E-03	ESF	0,02	0,14	1,7	89	0,76	2.00E-03	
CTR (W/m ²)	ALV	GAU	46,4	104,8	4,1	56	0,89	152	GAU	147	678,3	2,4	78	0,99	1.90E+03	
	MAD	GAU	9,95	19,9	4,6	50	0,97	0,921	ESF	0,1	51,2	0,76	99	0,43	3.80E+02	
Entalpia (kj/kg ar seco)	ALV	GAU	0,06	1,1	6,5	95	0,98	2.30E-03	GAU	0,05	0,12	3,0	58	0,85	5.40E-04	
	MAD	ESF	0,06	0,22	0,98	71	0,58	2.50E-03	ESF	0,02	0,17	1,6	90	0,61	5.80E-03	

TRAT =Galpões; MOD=Modelo; C₀ =Efeito pepita; (C₀+C₁)=Patamar; A= Alcance; IDE= índice de dependência espacial; R²=coeficiente de determinação; SQR = Soma dos Quadrados dos Resíduos; ALV= galpão de alvenaria; MAD= galpão de Madeira; GAU=gaussiano; EXP= exponencial; ESF= esférico.

Na variabilidade espacial o efeito pepita (C0) é um parâmetro importante, pois ele indica através da distância de amostragem utilizada à variabilidade dos dados. Como é possível quantificar a contribuição individual desses erros, o efeito pepita pode ser expresso como porcentagem do patamar, facilitando a comparação do índice de dependência espacial (IDE) das variáveis estudadas (Trangmar et al., 1985; Ferraz et al., 2016) (Tabela 2). Segundo a classificação de Zimback (2001), os semivariogramas ajustados no período manhã e tarde nos galpões de alvenaria e madeira têm a grande maioria IDE forte, e os demais moderados.

Foram observados forte dependência espacial entre pontos de coletas durante o horário da manhã, nas variáveis temperatura em ambos os galpões, além da umidade relativa, luz e nos índices ITGU e Entalpia no galpão de Alvenaria. Apenas no galpão de madeira houve forte dependência na velocidade do ar.

Durante o período da tarde as variáveis que apresentaram forte dependência espacial foram: Umidade do ar, Luz e CTR em ambos os galpões e também nas variáveis: temperatura, ITGU e Entalpia no galpão madeira. As demais variáveis encontravam se com dependência moderada.

Quanto maior a dependência espacial, menor será a contribuição do efeito pepita na variabilidade dos dados, conseqüentemente melhores serão as estimativas na krigagem. Deste modo, as distribuições das características microclimáticas e índices de conforto térmico no espaço não são aleatórios, uma vez que todos apresentaram valores moderados ou fortes para o grau de dependência espacial (CARVALHO et al., 2012; CURI et al., 2014).

Os menores e maiores dados dos valores do alcance (A) observados foram de 0,76 a 18, estes valores tem considerável relevância na determinação do limite de dependência espacial, apresentando a distancia limite da amostragem dos pontos e correlacionando, permitindo assim a definição do local onde as variáveis climáticas foram determinadas, quanto maior o alcance melhor a homogeneidade dos dados.

Com base nos dados coletados e por interpolação por krigagem ordinária os mapas de distribuição foram gerados com os valores médios da temperatura, durante os períodos da manhã e tarde dos galpões de alvenaria e madeira (Figura 2).

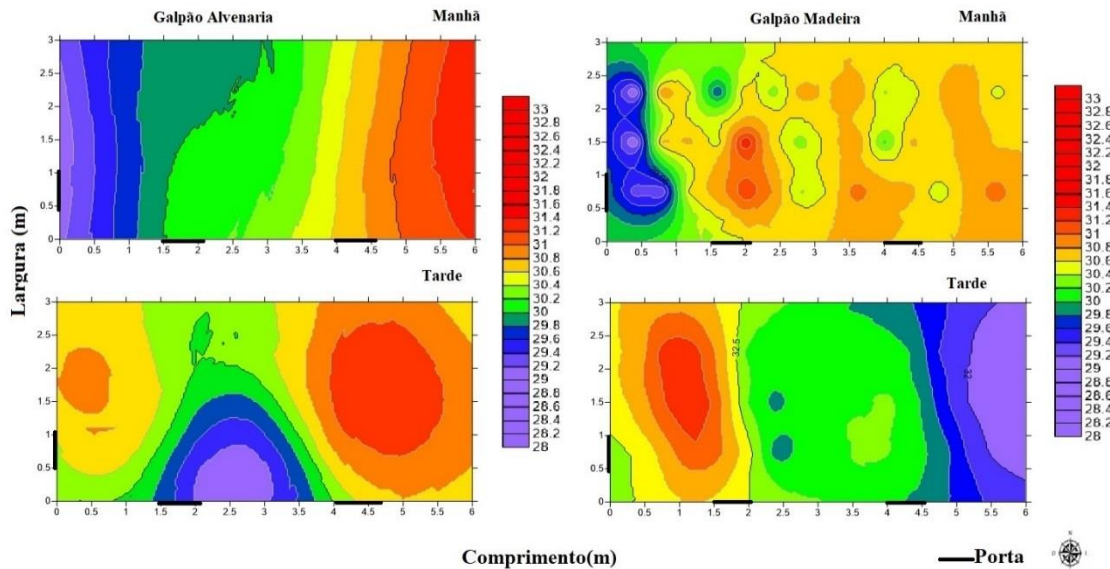


Figura 3- Distribuição espacial da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Observou-se que no período da manhã o galpão de alvenaria apresentou uma faixa decrescente de temperatura do lado leste para oeste de $31,4$ a $29,1^{\circ}\text{C}$, em decorrência da incidência solar nesta face da instalação. Enquanto que no galpão de madeira houve uma oscilação maior de temperatura em todo ambiente, devido as infiltrações dos raios solares entre as frestas das madeiras e das palhas da cobertura. Entretanto este comportamento proporcionou um melhor ambiente térmico, por causa da maior ventilação dentro do galpão de madeira apresentando menores médias de temperatura ($28,8$ a $29,5^{\circ}\text{C}$).

Devido a maior incidência da radiação solar, ocorrer no período da tarde, observou-se maiores valores da temperatura do ar dentro dos galpões, também foi observada uma maior homogeneidade dos valores, ocorrendo menor variação da temperatura entre os ambientes dos galpões. No galpão de alvenaria os maiores valores foram verificados na região leste enquanto no galpão de madeira na região oeste. A temperatura e umidade do ar foram influenciadas pela direção e intensidade da velocidade do vento, proporcionando ilhas de calor no interior dos galpões, provocadas por interferências por causas das instalações presentes ao seu entorno.

Os valores médios de umidade do ar, durante os períodos da manhã e tarde, dos galpões de alvenaria e madeira (Figura 3).

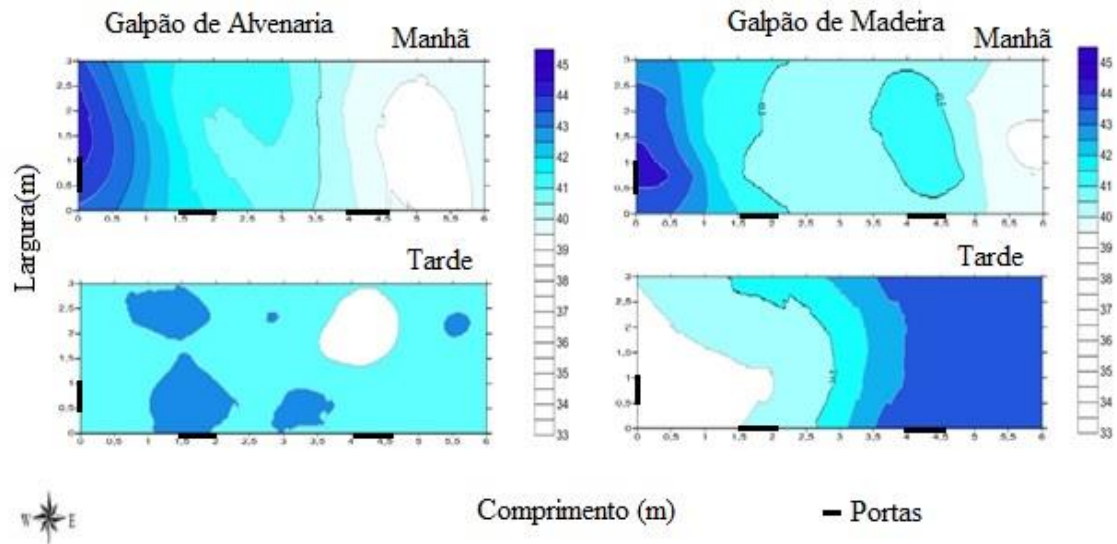


Figura 4- Distribuição espacial da umidade do ar (%) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Foi observado umidades abaixo de 50%, o que colaborou para perda de calor por meios evaporativos. Ambos os galpões no período da manhã obtiveram maiores valores na faixa oeste dos galpões. Já o galpão de madeira apresentou comportamento inversamente proporcional a temperatura no horário da tarde, enquanto que o galpão de alvenaria foi observado ilhas de umidade, devido ao incremento de umidade na cama de frango pelo derramamento de água do bebedouro pelas aves.

Abaixo na Figura 4, podemos observar o comportamento da velocidade do ar, durante os períodos da manhã e tarde dos galpões de alvenaria e madeira.

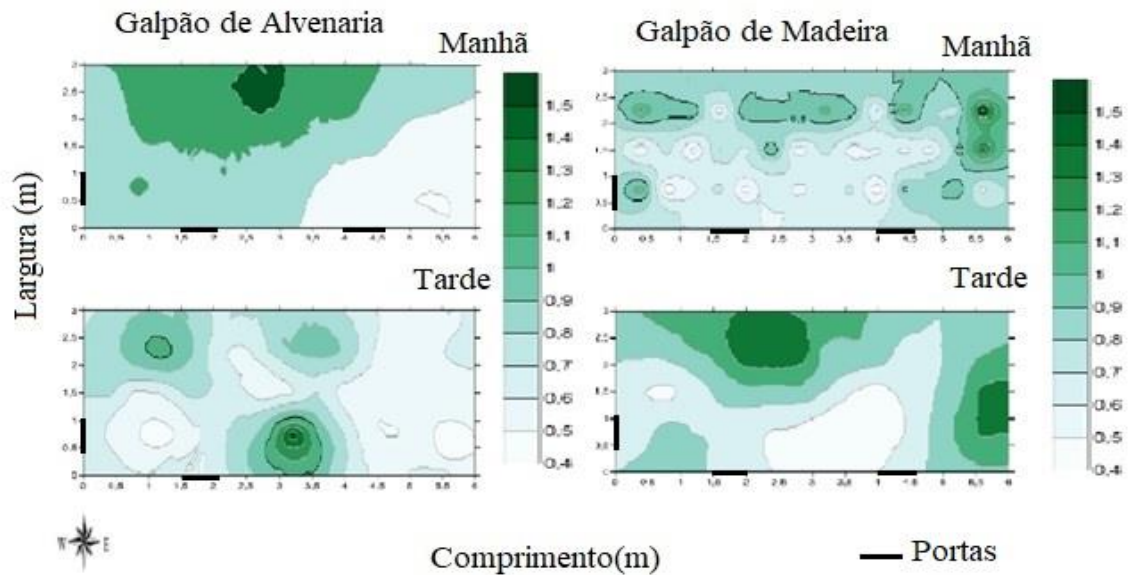


Figura 5- Distribuição espacial da velocidade do ar (m/s) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Os valores registrados da velocidade do ar nos galpões de alvenaria e madeira apresentaram-se próximos de $1,5\text{m s}^{-1}$ considerado com ideal segundo Medeiros et al., (2005), e os menores valores foram na faixa leste dos galpão de alvenaria nos dois turnos, indicando necessidade de uma ventilação mecânica, ou uma mudança da estrutura como a construção de lanternim para melhor circulação do ar dentro da instalação.

No galpão de madeira pela manhã houve uma heterogeneidade dos dados caracterizando um ambiente com velocidade do ar bem oscilantes, isso foi possível devido as frestas das madeiras utilizadas na construção do galpão.

Outro fator importante para bem-estar dos animais e maior produtividade é a luminosidade dos galpões. Na Figura 5 abaixo está representação da luminosidade dos galpões nos períodos da manhã e tarde.

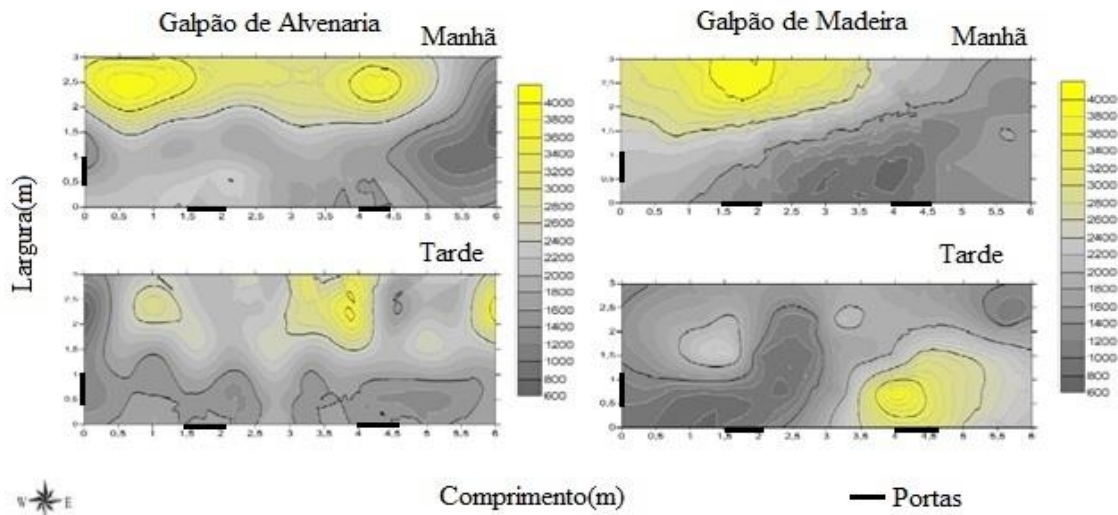


Figura 6- Distribuição espacial da luminosidade (lux) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

A luminosidade variou de 4000 a 600 lux, sendo as cores amarelas representação da maior iluminância e cinza escuro das menores. Durante o período da manhã, a maior iluminância foi à faixa norte em ambos os galpões, devido à incidência da radiação solar.

No período da tarde no galpão de alvenaria obteve a maior intensidade de luz no centro e lateral norte, isso ocorreu devido a entrada de iluminação através da radiação solar no galpão por causa do beiral pequeno e na cortina. No galpão de madeira houve maior iluminação na faixa sudeste da instalação.

Os menores valores de iluminância ocorreu pela manhã no galpão de madeira 700-860lux e durante a tarde 550-1800lux. Segundo Lewis e Morris, (2006) a intensidade da luz recomenda varia de 5 a 10 lux, durante o período de crescimento.

Apesar dessa recomendação, estudos com finalidade de investigar a influência da intensidade da luz sobre desempenho dos frangos relataram não haver interferência da luz com intensidade variando de 1 a 162 lux (CHARLES et al. 1992; DOWNS et al. 2006; LIEN et al. 2008). Ahmad et al. (2011) analisando diferentes intensidades luminosa com variação de 5 a 40 lux, observaram que não houve nenhuma interferência no ganho de peso, peso vivo e conversão alimentar. Ao contrário dessas pesquisas os autores Skoglund e Palmer, (1962); Wathes et al.,

(1982), demonstraram a influência do peso corporal de frangos de corte pelas altas intensidades luminosas de 10,75 a 54 lux, em relação a 63 a 1290 lux.

No estudo o menor valor médio (114,45 Lux) encontrado foi para o galpão de madeira e o galpão de alvenaria apresentou valor médio de 162 Lux. Levando em consideração os estudos e a recomendações, o galpão de madeira proporcionou um ambiente mais escuro o que afetaria no desenvolvimento e produtividade dos frangos.

Quanto à análise da distribuição espacial do ITGU observa-se que a variabilidade espacial bem parecida com a distribuição da temperatura. Isso porque o ITGU não é apenas uma variável; é um índice que incorpora a temperatura, a umidade relativa, a velocidade do vento e a radiação na forma de temperatura do globo negro em um único valor.

Na Figura 6 (a), observa-se a variação do ITGU nos galpões nos horários da manhã e tarde, os maiores índices ocorreram no período da tarde no galpão de alvenaria variando de (86,6 a 85,6) e menor no período da manhã no galpão de madeira variando de (83,2 a 81,4).

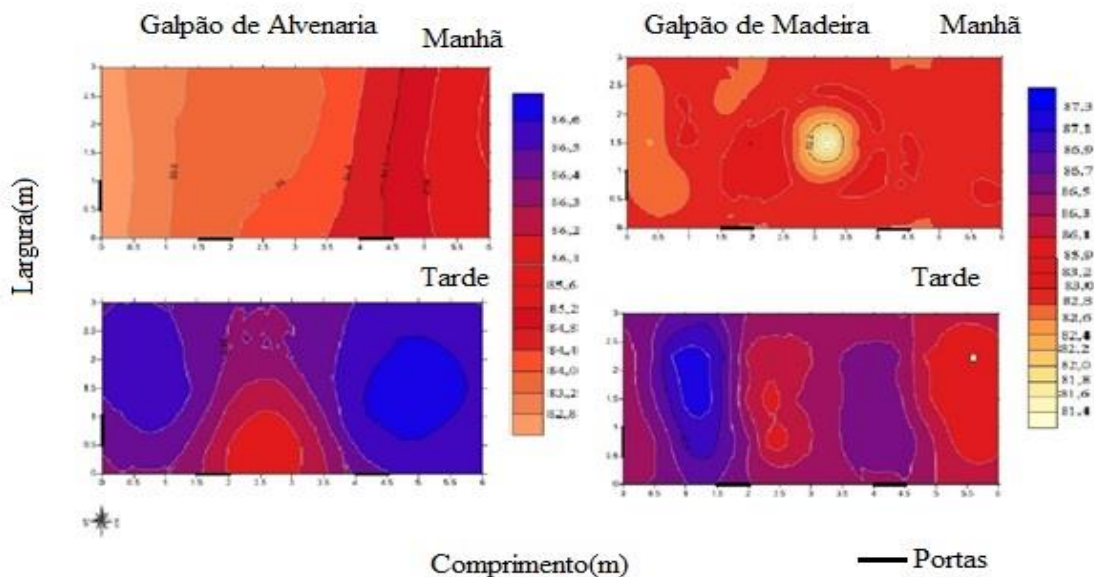


Figura 7- Distribuição espacial do o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Segundo Menegali et al. (2010), o ITGU se encontra na zona de perigo para aves de corte quando os valores estão acima de 77, sendo o desempenho das aves

prejudicado em razão das altas temperaturas. Assim o ambiente encontrava-se na zona de perigo para produção dos frangos de corte caipira.

Em pesquisa de Carvalho et al. (2014) em galpões de frango de corte caipira, na região do semiárido Mineiro, durante o período de inverno, os valores de ITGU estiveram acima do preconizado, sobretudo no período entre as 12 e 15 h, chegando a valores de 83 na terceira semana. Corroborando com a pesquisa que obteve valores ITGU acima de 82 em ambos os galpões independente do horário.

Na figura 9 observa-se a variabilidade da CTR nos galpões e período do dia, onde foi constatada menores valores de 523 Wm^{-2} no galpão de alvenaria e de 495 Wm^{-2} no período da manhã, observando os mapas de isolinhas os valores de CTR do galpão de alvenaria chegou a 590 Wm^{-2} , na faixa da norte, enquanto que o galpão de madeira os maiores valores para o período da manhã foram na região nordeste da instalação com valores aproximadamente de 582 Wm^{-2} .

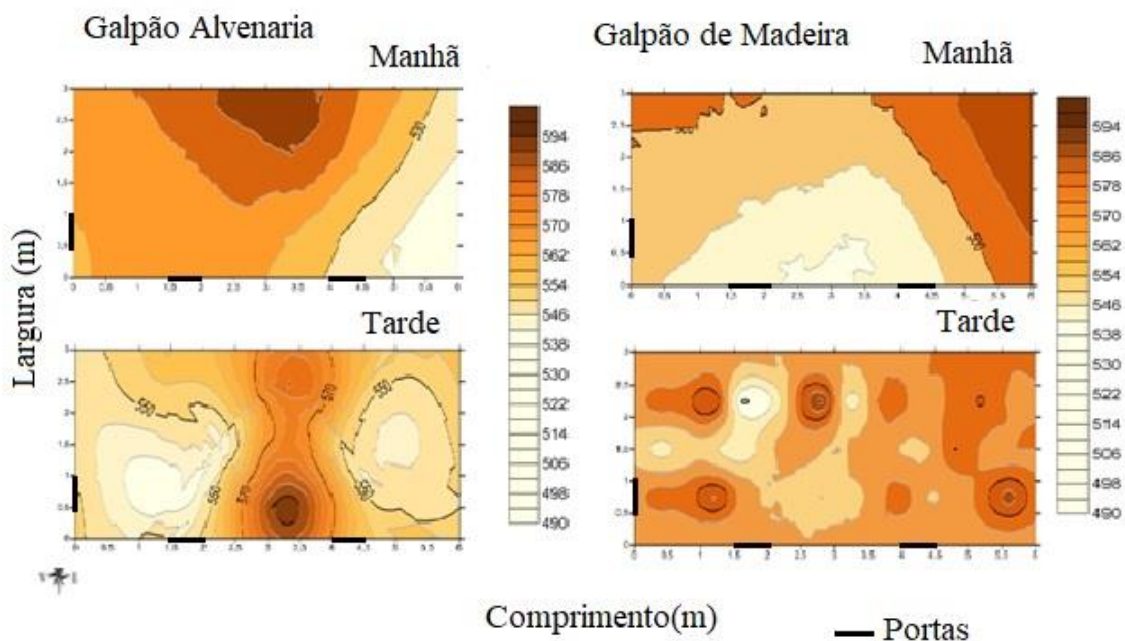


Figura 8- Distribuição espacial do Carga Térmica Radiante (CTR) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Segundo Medeiros et al. (2005) a CTR não pode ultrapassar valores de $500,3 \text{ Wm}^{-2}$, pois estes valores são considerados como característicos de ambiente fora da faixa de conforto térmico para as aves (DIAS et al.,2016). Assim a cobertura de palha proporcionou o melhor ambiente em ralação a cobertura de telha cerâmica.

Durante a tarde os maiores valores da CTR foram ao centro mais ao sul do galpão de alvenaria de telha cerâmica com valores acima de 594 Wm^{-2} , isso ocorreu devido a diferença do material utilizado na cobertura nos galpões, onde as médias de maior valor foram bem distribuídas variaram de 490 a 578 Wm^{-2} .

A entalpia dos galpões obteve o mesmo comportamento do ITGU, como pode ser visualizado na Figura 7 abaixo. Pela manhã no galpão de alvenaria a entalpia acompanhou o comportamento da temperatura com maiores valores na região leste seguido com menores valores para faixa oeste, a tarde devido a velocidade do vento, observou-se ilhas de calor, com altos valores destes índices no final do galpão e no início, onde as aves permaneciam por mais tempo debaixo do bebedouro.

No galpão de madeira, no período da manhã, observou-se valores da entalpia mais homogênea com menores valores na região central do galpão. Ao contrário, no período da tarde ocorreu uma heterogeneidade desses valores, sendo os maiores valores na região oeste, onde se concentrava a radiação solar direta neste horário.

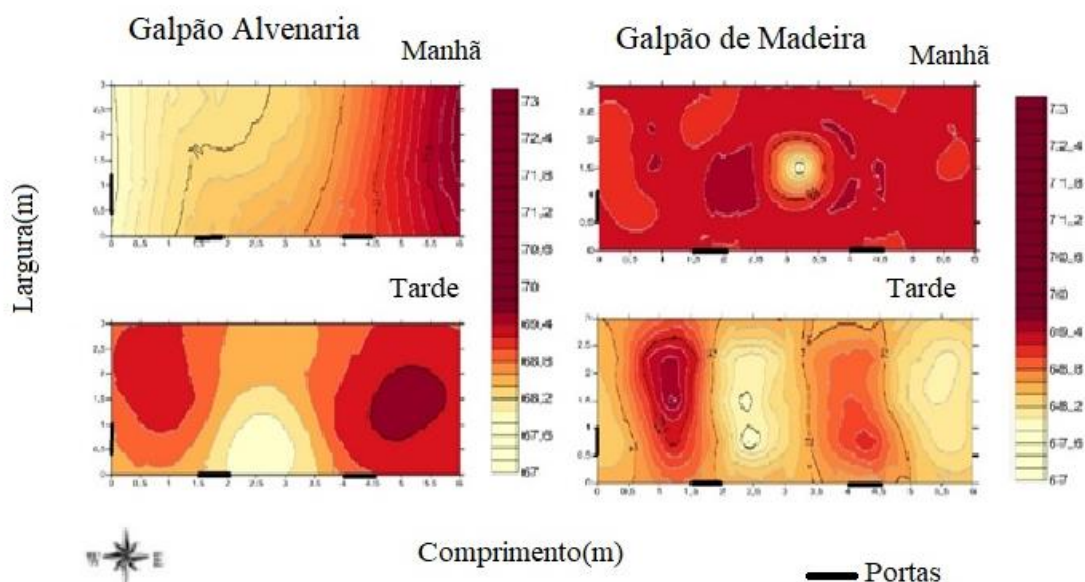


Figura 9 - Distribuição espacial da Entalpia ($\text{kJ kg de ar seco}^{-1}$) nos galpões de alvenaria e madeira, nos horários da manhã e tarde.

Durante a manhã o galpão de alvenaria obteve mínimo $69,8$ e máximo $71,8 \text{ kJ kg de ar seco}^{-1}$ e galpão de madeira com $67,7$ e $69,6 \text{ kJ kg de ar seco}^{-1}$, mínimo e

máximo respectivamente. No período da tarde obteve máximas de 72 e 72,8 kJ kg de ar seco⁻¹ e mínimas de 71,5 e 71,4 kJ kg de ar seco⁻¹ galpão de alvenaria e madeira respectivamente.

De acordo com as condições térmicas a que os frangos de corte foram submetidos durante o período estudado, H variou de 67,7 a 72,8 kJ kg⁻¹ na sexta semana de vida. Queiroz et al., (2017) com objetivo de avaliar o ambiente interno de galpões avícolas encontrou valores superiores a 63,1 kJ kg⁻¹ na 6^o semana, durante o turno da manhã e tarde, classificando este ambiente na faixa crítica, tendo assim a necessidade de maior controle das variáveis ambientais, assim como o desta pesquisa que obteve valores acima do recomendado por Barbosa Filho (2004).

Assim como Dalólio et al., (2016), onde teve como objetivo a caracterização bioclimática de um galpão experimental de frangos de corte, no setor de avicultura da UFVJM, localizado no campus JK, na cidade de Diamantina-MG, do qual foram observados valores de 64-70 kJ kg⁻¹, valores superiores aos limites recomendados Barbosa Filho *et al.* (2007), semelhanças foram obtidas por esta pesquisa.

5.4. CONCLUSÕES

O galpão de madeira foi termicamente mais eficiente, apesar de não apresentar os valores ideais para um ambiente confortável pra frangos caipiras de corte a partir da 6^a semana de vida. Os galpões apresentaram variabilidade térmica, com os maiores valores de temperatura e os menores valores de umidade relativa no galpão de alvenaria no período da tarde com regiões apresentando ilhas de calor na parte leste, caracterizando a região com maiores temperatura e índices térmicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os seus agradecimentos à FAPESB pela bolsa concedida.

6. REFERÊNCIAS

Abreu VMN, Abreu PG de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil (2011). Revista Brasileira de Zootecnia 40:1-14.

Ahmad F, Haq AU, Ashraf M, Abbas G, Siddiqui MZ (2011) Effect of different light intensities on the production performance of broiler chickens. *Pakistan Veterinary Journal* 31:203-206.

Amaral AG, Yanagi Junior T, Lima RR, Teixeira VH, Schiassi L (2011) Effect of the production environment on sexed broilers reared in a commercial house. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 63(3):649-658.

Baeta FC, Souza CF (1997) *Ambiência em edificações rurais - Conforto animal*. Viçosa, UFV: 246p.

Barbosa Filho JAD (2004) *Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens*. 140p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Barbosa Filho JAD (2007) *Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens*. *Engenharia Agrícola* 27(01):93-99.

Barnabé JMC, Pandorfi H, Almeida GLP de; Guiselini C, Jacob AL (2015) Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 19(5):481-488. *Buffington CS, Collazo-Arocho A, Canton GH, Pitt D (1981) Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE* 24(3):711-714.

Cabral MR, Nakanishi EY, Fiorelli J, Savastano Júnior H (2017). Avaliação do desempenho térmico de bezerreiros com eco-forro de partículas de madeira e fibra de sisal. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas* 11(3):217-228.

Carvalho CCS, Souza CF, Tinôco I de FF, Vieira MFA, Menegali I, Santos CR (2012) Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 6:1243-1251.

Carvalho C da CS, Santos TC dos, Silva G. C. da, Santos LV, Moreira S de JM, Botelho LFR (2014) Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18(7):769-773. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700015>

Castro CM (2017) Manejo da cama aviária e impactos na produção avícola. In: *Anais do Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Brasil*.

Cézar RL (2012) Pintura do telhado de galpões para frangos de corte: ambiência e parâmetros fisiológicos. 63p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Charles RG, Robinson FE, Hardin RT, Yu MW, Feddes J, Classen HL (1992) Growth, body composition and plasma androgen concentration of male broiler chickens subjected to different regimens of photoperiod and light intensity. *Poult Sci* 71:1595-1605.

Coelho DJ de R, Tinoco IFF, Souza CF, Baptista FJF, Barbari M, Oliveira KP (2019) Thermal environment of masonry-walled poultry house in the initial life stage of broilers. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 23(3):203-208.

Curi TMR de C, Vercellino R do A, Massari JM, Souza ZM, Moura DJ de (2014) Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação em instalações comerciais para frangos de corte. *Engenharia Agrícola* 34(6):1062-1074.

Dalólio FS, Moreira J, Coelho D, Souza C (2016) Caracterização bioclimática de um galpão experimental de criação de frangos de corte na região de Diamantina-MG. *Revista Engenharia na Agricultura* 24(1):22-31.

Dalólio FS, Albino LFT, Lima HJD, Silva JN, Moreira J (2015) Heat stress and vitamin E in diets for broilers as a mitigating measure. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 37(4):419-427.

Damasceno FA, Yanagi Júnior T, Lima RR, Gomes RCC, Moraes SRP (2010) Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. *Ciência e Agrotecnologia* 34:1031-1038.

Castro Junior S de, Oliveira D, Caneppele F, Fiorelli J (2017) thermal comfort in individual shelters for calves with non-conventional ceiling made of agro-industrial by-products. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas* 11(4):317-32.

Deaton JW, Reece FN, Kubena LF, May JD (1976) Effect of varying light intensity on broiler performance. *Poultry Science* 55:515–519.

Deep A, Schwan-Lardner K, Crowe TG, Fancher BI, Classen HL (2010) Effect of light intensity on broiler production, processing characteristics, and welfare. *Avicultura Ciência* 89(11):2326-2333.

Dias AN, Maciel MP, Aiura ALO de, Arouca CLC, Silva DB, Moura VHS de (2010) Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de clima quente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51(12):2010-2017.

Dias ER (2015) Utilização de lâmpadas de Led em distintas intensidades luminosas e seus efeitos no desempenho e comportamento de frangos de corte. *Dissertação (Mestre em Zootecnia), Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.*

Esmay, M.L (1974) Principles of animal environment. 2. ed. West Port: AVI Publishing, 325p.

Ferraz PFP, Yanagi Júnior T, Ferraz GAS, Schiassi LC, Alessandro T (2016). Variabilidade espacial da entalpia em frangos de corte durante a fase de aquecimento. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 20(6):570-575.

Ferreira RA (2011) Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos 2ed. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 401p.

Figueira SV, Andrade DMA (2014) Bem-estar animal aplicado a frangos de corte. In: Seminário Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia, Goiânia.

Lewis P, Morris T (2006) Poultry Lighting the Theory and Practice. Northcot, Andover, 168p.

Lien Rj, Hess JB, Mckee SR, Bilgili SF, J (2007) Impact of light intensity and photoperiod on live performance, heterophil to lymphocyte ratio, and processing yields of broilers. Poultry science 86:1287–1293.

Lien RJ, Hess JB, McKee SR, Bilgili SF (2008) Effect of light intensity on live performance and processing characteristics of broilers. Poultry science 87(5): 853-857.

Lima KRS, Alves JAK, Araujo CV, Manno MC, Jesus MLC, Fernandes DL, Tavares F (2009) Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Bélem. Revista de Ciências Agrárias 51:37-50.

Medeiros CM, Baêta F da C, Oliveira RFM de, Tinôco I de F, Albino LFT, Cecon PR (2005) Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na Agricultura* 13(04):277-286.

Mendes AS, Reffati R, Restelatto R, Paixão SJ (2010) Visão e iluminação na avicultura moderna. *Revista Brasileira de Agrociência* 16(1-4)5-13.

Miragliotta MY, Nääs I de A, Manzione RL, Nascimento FF (2006) Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. *Scientia Agricola* 63(5):426-432.

Morais J, Ferreira PB, Jacone IMTD, Mello R, Brenda FC, Rorato PRN (2015) Curva de crescimento de diferentes linhagens de frango de corte caipira. *Revista Ciência Rural* 45:1872-1878.

Morgan WE (1990) Heat reflective roof coating. ASAE Paper No. 90-4513. St. Joseph, MI: ASAE.

Oliveira HN, Lôbo RB, Pereira CS (2000) Comparação de modelos não lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35:1843-1851. DOI:10.1590/S0100-204X2000000900017.

Oliveira RFM, Donzele JL, Abreu MLT, Ferreira RA, Vaz RGMV, Cella OS (2006) 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* 35(3):797803.

Proudfoot FG, Sefton AE (1978) Feed texture and light treatment effects on the performance of chicken broilers. *Poultry Science* 57:408-416.

Queiroz MLV, Barbosa Filho JAD, Vieira FMC (2012) Avaliação do desempenho térmico de frangos de corte de forma direta e prática. *Revista Avisite: Mundo Agro*.

Queiroz MLV, Barbosa Filho JAD, Sales FAL, Lima LR DE, Duarte LM (2017) Spatial variability in a broiler shed environment with fogging system. *Revista Ciência Agronômica* 48:586–595.

Rodrigues VC, Silva IHO da, Vieira FMC, Nascimento ST (2010) A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *International Journal of Biometeorology* 55(03):455-459.

Santos PA, Baêta FC, Tinôco IFF, Albino LFT, Cecon PR (2009) Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. *Revista Ceres* 56(2):172-180.

Silva EG da, Santos AC dos, Ferreira CLS, Sousa JPL de, Silveira Júnior JML da (2013) Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 14(01):132-141.

Silva ET da, Leite DG, Yuri FM, Nery F da SG, Rego JCC, Zanatta R de A, Santos SA dos, Moura VV (2004) Determinação do índice de temperatura e umidade (ITU) para produção de aves na mesorregião metropolitana de Curitiba - PR. *Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais* 2(3):47-60.

Silva MG, Martin S, Oliveira CEG, Moscon ES, Damasceno FA (2015) Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas. *Energia na Agricultura* 30(3):269-275.

Silva EG da, Santos AC dos, Fereira CLS, Sousa JPL de, Rocha JML da, Silveira Júnior O (2013) Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa 14(1):132-141.

Skoglund WC, Palmer DH (1962) Light intensity studies with broilers. Poultry Science 41:1839–1842.

Sousa Júnior VR, Abreu PG, Coldebella A, Lima GJMM, Abreu VMN, Lopes LS, Sabino LA, Tomazelli IL (2011) Entalpia do ambiente de creche para suínos em relação ao programação de iluminação. In: Seminário CFD e Outras Modelagens Aplicados a Ambiência na Produção Animal. Campinas.

Trangmar BB, Yost RS, Uehara G (1985) Applications of geostatistics to spatial studies of soil properties. Advances in Agronomy 38:45-94.

Warrick AW, Nielsen DR (1980) Spatial variability of soil physical properties in the field. In: Hillel, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic, p. 319-344.

Yamamoto JK, Landim PMB (2013) Geoestatística: conceitos e aplicações. São Paulo: Oficina de textos. 215p.

Yanagi Junior T, Amaral AGF, Teixeira VH, Lima RR de (2011) Caracterização do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frangos de corte. Engenharia Agrícola 31:1-12.

Zimback CRL (2011) Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade. 114f. Tese (Livre - Docência), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.