



DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU MESTRADO
EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

THIAGO FERNANDES

**CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE
CORTE COLONIAL EM DIFERENTES TIPOLOGIAS
CONSTRUTIVAS**

Cuiabá - MT
Março/2017



UNIVERSIDADE DE CUIABÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE
CORTE COLONIAL EM DIFERENTES TIPOLOGIAS
CONSTRUTIVAS**

THIAGO FERNANDES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA, Universidade de Cuiabá - UNIC, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

PROF. DR. JONATHAN WILLIAN ZANGESKI NOVAIS
ORIENTADOR

Cuiabá – MT
Março/2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais para Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecária Elizabete Luciano / CRB1-2103

F363c Fernandes, Thiago

Conforto Térmico Em Aviários de Frango de Corte Colonial Em Diferentes
Tipologias Construtivas./ Thiago Fernandes. Cuiabá-MT, 2017.

96p

Inclui Lista de Figuras e Tabelas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Strictu Sensu
em Ciências Ambientais da Universidade de Cuiabá- UNIC, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais

1. Conforto Ambiental. 2. Tipologias de Construção. 3. Avicultura de Corte.

CDU 34:551

UNIVERSIDADE DE CUIABÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título: **Conforto térmico em aviários de frango de corte colonial em diferentes tipologias construtivas.**

Autor: **Thiago Fernandes**

Dissertação defendida e aprovada em 03 de março de 2017, pela comissão julgadora:



Prof.ª Dr.ª. Flávia Maria de Moura Santos
Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT
Examinador Externo



Prof.ª Dr.ª. Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira
Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Examinador Interno



Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais
Universidade de Cuiabá – UNIC
Orientador

*Dedico este trabalho a toda minha família,
pois tudo que penso, planejo e executo,
independentemente do sucesso ou do fracasso é
pensando neles em primeiro lugar. Não seria feliz
bem como a pessoa que sou hoje se não fosse por
eles...*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela saúde e pela força física e espiritual para se chegar a mais um degrau da vida. O aprendizado foi compensador ao suor derramado.

A toda a minha família por toda a base, estrutura, compreensão e dedicação em cada fase executada. Em especial, a minha amada e querida avó Nair Fernandes, pelos acompanhamentos e incentivos na busca dessa realização pessoal.

Ao Prof. Dr. Carlo Ralph de Musis pelo aceite inicial nas orientações, confiança e ensinamentos repassados. Sua coragem e persistência na interdisciplinaridade me faz acreditar que ciência é concomitante aos saberes de cada área de conhecimento.

Ao Prof. Dr. Jonathan Willian Zangeski Novais pelo desafio e coragem de estar junto comigo nos passos finais desta fase. A sua amizade de mais de dez anos, desde os tempos de esportes (voleibol) até reencontrá-lo na academia e um exemplo a ser seguido.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Biociência Animal (UNIC) e Física Ambiental (UFMT) pelas orientações, parcerias e disposição nos momentos de dúvidas e/ou questionamentos.

A Universidade de Cuiabá (UNIC), Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) pelo acesso aos períodos, acesso a computadores e redes, softwares, banco de dados e outras demandas que contribuíram com a construção e delineamento da pesquisa.

Aos companheiros da Pós-graduação em especial: Douglas, Rodrigo (Juína), Susana, Thiago D'orazio, Suzamar, Francielle, Bruno e ao Marcel (Biociências) por todos os momentos incomparáveis e inesquecível. Ao apoio nas aulas, nas pesquisas, nas viagens e pelo convívio saudável e harmônico.

A querida Prof^a. Dr^a. Marfa Magali Roehrs por todo apoio e carinho, desde a época que fui seu bolsista na graduação. Agradeço pelo estímulo e por ter me dado a oportunidade de me encontrar na docência.

Aos meus amigos Lino (bico), Marcos, Luiz, Alex, Lizandra, Adércio Junior e Alexandre Nunes pela torcida e pelos momentos que se dispuseram a contribuir. Ao companheirismo, amizade, conselhos e parcerias antes e durante toda essa trajetória de conquistas e emoções. A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram no desenvolvimento desta pesquisa investigativa.

A CAPES pelo apoio financeiro para esta pesquisa científica.

EPÍGRAFE

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, já não sou o que era antes.

(Martin Luther King)

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE EQUAÇÕES.....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	xvi
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA	3
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1 HISTÓRICO DA PRODUÇÃO DE FRANGO DE CORTE.....	5
2.2 AMBIÊNCIA NA CRIAÇÃO DE FRANGO DE CORTE.....	6
2.3 O BEM-ESTAR ANIMAL	9
2.3.1 Definições de bem-estar.....	9
2.4 CONFORTO AMBIENTAL	10
2.5 TIPOLOGIAS DE CONSTRUÇÕES E MATERIAIS EM AVIÁRIOS.....	19
2.6 FATORES QUE INTERFEREM NO ESTRESSE TÉRMICO	22
2.6.1 Ambiência e estresse térmico.....	22
2.6.2 Temperatura do ar	23
2.6.3 Umidade relativa do ar.....	24
2.7 ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO.....	25
2.7.1 Índice de Temperatura e Umidade	27
2.8 BIOCLIMATOLOGIA	28
2.8.1 Cartas Bioclimáticas	28
2.8.1.1 Método de Givoni	29
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 ÁREA DE ESTUDO	31
3.1.1 Descrição qualitativa do ambiente e das tipologias dos aviários.....	33
3.2 Materiais	37
3.2.1 Instrumentos de medições.....	37

3.3 Método	39
3.3.1 Caracterização do macroclima da região	39
3.3.2 Caracterização do microclima dos aviários	40
3.3.3 Critérios de escolha do locus e indivíduos.....	40
3.3.4 Medição das variáveis micrometeorológicas por arduino	42
3.3.5 Técnica de coleta de dados	43
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4.1 CARACTERIZAÇÃO MACROCLIMÁTICA DA REGIÃO DE ESTUDO	46
4.1.1 Validação dos dados da estação LaMALogger Móvel	48
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO MICROCLIMA DOS AVIÁRIOS.....	51
4.2.1 Comportamento da temperatura do ar.....	52
4.2.2 Comportamento da umidade relativa do ar	57
4.3 DESEMPENHO TÉRMICO DOS AVIÁRIOS PELO ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO – ITU.....	62
4.4 ESTRATÉGIAS PARA MELHORIAS DO CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE COLONIAL	66
4.4.1 Estação quente-úmida	67
4.4.1.1 Aviário (G).....	67
4.4.1.2 Aviário (S)	68
4.4.2 Estação quente-seca	69
4.4.2.1 Aviário (G).....	69
4.4.2.2 Aviário (S)	70
5. CONCLUSÃO.....	76
6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	78
7. BIBLIOGRAFIAS	79
7.1 BIBLIOGRAFIAS CITADAS.....	79
7.2 BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de temperatura da zona de conforto térmico	8
Figura 2: Mapa de localização geográfica e mancha urbana do município de Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil.....	31
Figura 3: Mapa de localização do município de Barra do Bugres, Mato Grosso e dos aviários (S) e (G).....	32
Figura 4: Dimensões construtivas dos aviários em estudo, sendo: a) aviário (G) e b) aviário (S), respectivamente	33
Figura 5: Caracterização das principais espécies vegetais próximas e ao redor do local de coleta, sendo: a) graminhas e pequenos arbustos; b) árvores das espécies ingá (<i>Inga edulis</i>) e c) cajueiro (<i>Anacardium occidentale</i>) e limoeiro (<i>Citrus limon</i>).....	35
Figura 6: Caracterização dos tipos de materiais e construção do aviário, sendo a) telhas de zinco; b) sacos de tecidos; c) pilares de madeira lado direito; d) pilares de madeira lado esquerdo; e) mureta de tijolo cerâmica; f) telhas de zinco para aquecimento interno e g) vista interna completa	36
Figura 7: Exposição de espécies vegetais nativas predominantes que estão próximas e ao redor do aviário (S), sendo a) bananeiras (<i>Musa</i>); b) limoeiros (<i>Citrus limon</i>) e c) mamoeiros (<i>Carica papaya</i>)	36
Figura 8: Caracterização dos tipos de materiais e construção do aviário (S), sendo a) lona do tipo plástico de cor preta; b) pilares de madeira de árvores da região; c) vista interna; d) lona plástica de cor amarela; e) vista posterior; f) mureta de madeira parte externa e g) divisão internas por madeira de árvores nativas da região	37
Figura 9: Ponto de fixação e método escolhido para uso dos transecto móveis, sendo a) aviário (G) e b) aviário (S).....	38
Figura 10: Estação meteorológica portátil, sendo (a) representação do modelo Kestrel 4500 e (b) fixação no tripé de segurança	38
Figura 11: Estação LaMALogger Móvel, sendo: a) visão frontal e descrição dos pontos de ventilação, b) visão lateral, c) fixação no tripé de segurança, d) programação e correção da data, dia e horários do arduino via sistema putty e e) arduino UNO	39
Figura 12: Contribuição monetária dos principais setores produtivos do município de Barra do Bugres ao PIB	40

Figura 13: Número de cabeças de galinhas a partir do censo agropecuário de 2006 no município de Barra do Bugres - MT	41
Figura 14: Ilustração do funcionamento da estação LaMALogger Móvel.....	44
Figura 15: Medição da altura real (20 cm da superfície) onde foi fixado as estações, sendo a) tripé da estação Kestrel; b) tripé da estação LaMALogger Móvel e c) ambas fixadas sob a mesma altura.....	44
Figura 16: Médias diárias de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação acumulada (mm), para o município de Diamantino-MT no período de 1 de abril de 2015 a julho de 2016.....	47
Figura 17: Dispersão de pontos sobre a linha de tendência para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) pareados entre as estações Kestrel e LaMALogger Móvel	50
Figura 18: Comportamento da temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) plotados para o aviário (G) e (S) durante a estação quente-úmida de cor cinza e estação quente-seca de cor branca	51
Figura 19: Temperatura do ar (°C) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-úmida	53
Figura 20: Temperatura do ar (°C) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-seca.....	55
Figura 21: Umidade relativa do ar (%) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para o aviário (G) e (S) durante a estação quente-úmida	58
Figura 22: Umidade relativa do ar (%) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-seca.....	60
Figura 23: Carta bioclimática adaptada para aviário (G), correspondente a estação quente-úmida	67
Figura 24: Carta bioclimática para aviário (S), correspondente a estação quente-úmida	68
Figura 25: Carta bioclimática adaptada para aviário (G), correspondente a estação quente-seca.....	69

Figura 26: Carta bioclimática adaptada para aviário (S), correspondente a estação quente-seca.....	71
Figura 27: Esquema de deslocamento do sol ao longo do dia em um galpão orientado no sentido Leste-Oeste.....	72
Figura 28: Telha fabricada em embalagem Tetra Pak.....	72
Figura 29: Utilização da pintura reflexiva em uma cobertura.....	73
Figura 30: Métodos e orientações para plantação de espécies arbóreas para favorecimento do sombreamento e proteção contra elementos climáticos.....	74
Figura 31: Ventiladores industriais usados para renovação do ar em aviários de frango de corte.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores ideais de temperatura ambiente por semana para frangos de corte	7
Tabela 2: Valores ideais de temperatura ambiente e umidade relativa do ar em função da idade das aves projetadas por semanas	8
Tabela 3: Valores ideais de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS), conforme a fase de vida da ave.....	8
Tabela 4: Descrição e a distribuição da quantidade de artigos científicos por periódicos brasileiros para a palavra-chave “conforto ambiental”	13
Tabela 5: Distribuição anual da quantidade de artigos científicos nos últimos cinco anos	13
Tabela 6: Pressupostos teóricos e seus respectivos índices ambientais.....	26
Tabela 7: Meses, dias e estação do ano correspondentes ao aferimento das variáveis meteorológicas pela plataforma microcontrolada e estação meteorológica portátil	43
Tabela 8: Teste estatístico paramétrico pelo método de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%).....	46
Tabela 9: Teste estatístico paramétrico pelo método de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%).....	48
Tabela 10: Teste estatístico não paramétrico pelo método de Wilcoxon-Mann-Whitney para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%)	49
Tabela 11: Equações de regressão linear, coeficiente de correlação (R) e coeficiente de determinação (R^2) das variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) aplicada e resultante dos dados da estação LaMALogger Móvel.....	50
Tabela 12: Estatística descritivas sobre os dados coletados de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) da estação LaMALogger Móvel na estação quente-úmida e quente-seca.....	52
Tabela 13: Médias e desvios da temperatura do ar (°C), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-úmida	54
Tabela 14: Médias e desvios da temperatura do ar (°C), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-seca.....	56
Tabela 15: Médias e desvio da umidade relativa do ar (%), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-úmida.....	59

Tabela 16: Médias e desvio da umidade relativa do ar (%), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-seca.....	61
Tabela 17: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (G) para a estação quente-úmida	62
Tabela 18: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (S) para a estação quente-úmida	63
Tabela 19: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (G) para a estação quente-seca	64
Tabela 20: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (S) para a estação quente-seca	65

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1: $ITU = tbs + 0,36 tpo + 41,5$	27
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

C = Conforto térmico;

DS = Desconforto térmico;

LabEEE: Laboratório de Eficiência Energética em Edificações;

MQ = Muito Quente;

Q = Quente;

Tbs = Temperatura de bulbo seco (°C);

TCI = Temperatura crítica inicial (°C);

TCS = Temperatura crítica superior (°C);

Tpo = Temperatura do ponto de orvalho (°C);

ZCT = Zonas de conforto térmico.

RESUMO

FERNANDES, T. *Conforto térmico em aviários de frango de corte colonial em diferentes tipologias construtivas*. 2017. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Departamento de Ciências Ambientais, Universidade de Cuiabá - Unidade Beira Rio, Cuiabá, 2017.

A avicultura de corte brasileira tem investido constantemente em inovações tecnológicas, permitindo novos conceitos de sistemas de produção de frangos de corte. Esses avanços devem-se a caracterização do seu clima e tipologias de aviários abertos, que sempre colocaram o Brasil em uma circunstância benéfica, em evidência pelos resultados de desempenho e bem-estar das aves. O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o ambiente térmico de aviários de frango de corte colonial, localizados na mesorregião do médio norte mato-grossense, zona rural do município de Barra do Bugres, Mato Grosso. Amíúde, precedeu-se as caracterizações macro e microclimática do ambiente com o auxílio de uma plataforma micro controlada por sensor convencional. A avaliação foi feita com base na temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) e no índice de temperatura e umidade – ITU em diferentes períodos do dia. O desempenho térmico das instalações avícolas foi analisado através da Carta Bioclimática de Givoni, sendo adaptada para animais, presente a zona ideal de conforto para aves, bem como as estratégias bioclimáticas mais adequadas a realidade local para diminuição do desconforto térmico. As coletas de dados foram realizadas para a estação quente-úmida e quente-seca. Constatou-se influência das tipologias dos materiais usados ao observar que a maioria destes corroboram com características de serem condutores térmicos, influenciando nos resultados expostos as condições de conforto, bem como aos resultados dos índices de conforto ambiental, que variaram ao longo dos dias para a estação quente-úmida e quente-seca, favorecendo a eficiência de uso de equipamentos elétricos, arborização e telha com renovação da pintura para otimizar a concepção de ambientes para atividade de origem animal. Neste contexto, o conforto térmico é um elemento fundamental na garantia de uma boa condição ambiental, devendo haver uma preocupação quanto à escolha dos materiais na concepção dos projetos de instalações avícolas, buscando-se assim minimizar fatores que possam interferir no rendimento dos frangos de corte, bem como identificar estratégias e alternativas viáveis a realidade da região de estudo.

Palavras Chaves: Conforto ambiental, tipologias de construção, avicultura de corte.

ABSTRACT

FERNANDES, T. *Thermal comfort in aviaries colonial cut chicken in different types*. 2017. 96f. Dissertation (Master in Environmental Sciences), Department of Environmental Sciences, University of Cuiabá - River Unit, Cuiabá, 2017.

Cutting brazilian poultry farming has constantly invested in technological innovations, allowing new concepts of production systems for broilers. These advances are the characterization of your climate and types of aviaries open, who always put Brazil in a beneficial circumstances, highlighted by the results of performance and well-being of the birds. The general objective of this research was to evaluate the thermal environment of aviaries colonial cutting chicken, located in Middle North region of Mato Grosso, rural municipality of Barra do Bugres, Mato Grosso. Often, preceded the macro and microclimática characterisations of the environment with the aid of a micro platform controlled by conventional sensor. The assessment was made based on air temperature (°C) and relative humidity (%) and the index of temperature and humidity – ITU at different times of the day. The thermal performance of the poultry plants was analyzed through the Letter of Givoni, Bioclimatic being adapted for animals, this ideal of comfort zone for birds, as well as bioclimatic strategies better suited to local realities to decrease the thermal discomfort. Data collections were carried out for the hot-humid and hot-dry. It has influence of types of materials used to observe that most of these corroborated with features being thermal conductors, influencing the results exposed the conditions of comfort, as well as the results of environmental comfort indices, which ranged over the days to the hot-humid and hot-dry, favouring the efficiency of use of electrical equipment, planting and tile with renewal of the painting to optimize the design of environments for animal activity. In this context, the thermal comfort is a key element in ensuring a good environmental condition, and should be a concern about the choice of materials in the design of poultry facilities projects, thus seeking to minimize factors that may interfere with the performance of the broilers, as well as identify strategies and viable alternatives to reality of the region of study.

Keywords: Environmental comfort, building typologies, poultry.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

A avicultura brasileira é uma atividade agropecuária de destaque mundial, devido ao baixo custo de produção e adequada qualidade do produto final. Essa proeminência se deu em virtude dos avanços científicos e tecnológicos ocorridos nas diversas áreas da produção de bens, produtos e serviços e mais recentemente nas adequações do condicionamento térmico das instalações, o que transformou o empreendimento econômico em importante complexo agroindustrial.

Esse incremento ocasionou mudanças complexas na forma de planejar, criar, produzir e comercializar, expandido de forma significativa após a integralização da cadeia produtiva, na década de 80 e, principalmente, devido a maior adoção de tecnologias. Dentre os mecanismos de incremento tecnológico pode-se citar os avanços no melhoramento genético animal, na nutrição e variedades, no manejo e cuidados e na ambiência e sanidade das aves, o que resultou em frangos de corte cada vez mais eficientes no aproveitamento dos nutrientes e seus derivados, forçando reforços nos cuidados desde a criação até a logística ao consumidor final.

Estudiosos e pesquisadores corroboram que o aumento na temperatura do ar pode provocar sérios problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar, pois o desempenho produtivo depende, dentre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais. Um dos importantes resultados demonstrados foi que o conforto térmico dentro das instalações está diretamente relacionado com o calor produzido pelos animais, que é absorvido por meio da radiação solar, e trocado pelos materiais de cobertura, paredes, piso ou cama e às trocas térmicas provocadas pela ventilação, natural ou artificial.

Consonante a respostas naturais, demais pressupostos teóricos asseguram que as aves se tornaram mais sensíveis às variáveis ambientais estressantes devido ao fato dessas comprometerem a manutenção da sua homeotermia. Além disso, estudos sobre a dinâmica da ambiência na avicultura de corte tem alcançado patamares notáveis no que diz respeito às informações sobre a qualidade do ar, o ambiente térmico, acústico e lumínico nas diferentes fases de criação.

Observa-se que ao afunilar a discussão para um olhar mais clínico voltado a arquitetura e climatologia local, considera-se que, no estado do Mato Grosso, devido às altas temperaturas ambientais durante todo o ano, os gastos e preocupações com o aquecimento ganham importâncias menores se comparado as grandes oscilações de temperatura no sul e sudeste do país.

A partir desse ponto, as instalações e manejo adequado vão permitir que o calor que está no ambiente externo não interfira no ambiente interno, bem como o calor gerado no interior do galpão não fique armazenado, interferindo, consequentemente na produção. Conhecer os principais fatores de risco quanto ao bem-estar e ao conforto térmico animal, nas instalações avícola, permite-nos oferecer aos produtores suporte técnico necessário à reformulação ou reconstrução das instalações.

Em Barra do Bugres - MT, e não diferentemente em outras cidades do Brasil, pesquisas de conforto ambiental para atividade animal são desenvolvidas majoritariamente por universidades e centros de ensino, onde os recursos são limitados e dependentes de editais ou mesmo de recursos próprios de pesquisadores.

A partir dos discursos e diálogos, busca-se mitigar que esta pesquisa possibilite interdisciplinar conforto e meio ambiente, podendo determinar seu problema central da seguinte forma: *Como está se comportando o ambiente térmico interno dos aviários para garantia do conforto e bem-estar dos frangos de corte?* O que se coloca aqui é a necessidade de buscar respostas sobre base de coleta de dados *in loco* ao que se refere em investigar e/ou estudar a influência das variáveis meteorológicas como temperatura do ar e umidade relativa do ar sobre o ambiente em que se criam frangos de corte coloniais, que possibilite disseminar a jusante discussões e trocas de diálogos para almejo de estratégias que aprimore o ambiente construído.

Dentro deste panorama, a avaliação da sensação térmica ao interior das instalações avícolas, por meio dos índices de conforto ambiental, de quanto à ambiência impacta na cadeia produtiva do Estado de Mato Grosso é prestante ao crescimento econômico sustentável, auxiliando a delimitação das melhores práticas e uso de materiais condizentes a realidade na construção civil de galpões e/ou pequenos aviários, para o Projeto de Assentamento do Crédito Fundiário João e Maria - Barra do Bugres/MT e região.

1.2 Justificativa

A região de cerrado entorno ao município de Barra do Bugres, Mato Grosso, apresenta 17 criadores de frangos de corte colonial, sendo esses incentivados por políticas públicas que os direcionam a industrializarem e comercializarem seus produtos.

As áreas individuais, além de abrigar as residências e terreiros próprios das famílias, são utilizadas para o desenvolvimento de atividades produtivas familiares como produção de alimentos (doces e salgados), criação de aves (frangos) e a produção de artesanatos, provindos da inserção da mão de obra da mulher agricultora. Sob outro olhar, está pesquisa científica torna-se relevante ao considerar que a ciência e a tecnologia são as grandes armas que o Brasil dispõe hoje para enfrentar a competitividade da globalização econômica que se descortina no próximo milênio.

Igualmente, este estudo também ambiciona ser desenvolvida por razões acadêmicas e sociais. Em termos acadêmicos, considera-se uma análise sobre o ambiente térmico (Temperatura e Umidade Relativa do ar, Índice de Temperatura e Umidade - ITU) no desempenho de um sistema criação de frangos de corte colonial como objeto mediador para futuras discussões sobre a relação entre conforto, produção e bem-estar animal.

Em termos de aplicações sociais, o trabalho fundamenta-se em poder atender as expectativas de melhorias nas condições de criação, manejo e controle da produção de frangos de corte, minimizando riscos e perdas para agricultores familiares do assentamento do Crédito Fundiário João e Maria, podendo em seguida ser adaptado como modelo a ser disposto para os demais municípios pertencentes a Bacia do Alto Paraguai, do estado de Mato Grosso, Brasil.

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar o ambiente térmico em aviários de frango de corte colonial no município de Barra do Bugres, Mato Grosso. Como objetivos específicos, pretende-se: **a)** Caracterizar o comportamento macroclimático da região em estudo com base no ambiente e nos dados climáticos de precipitação pluvial, temperatura do ar e umidade relativa do ar; **b)** Validar a ferramenta plataforma micro controlada arduino (LaMALogger Móvel) para medições de conforto, como alternativa a sensores convencionais; **c)** Comparar o desempenho térmico dos aviários pelo Índice de Temperatura e Umidade – ITU, considerando as estações do ano e períodos do dia e **d)** Propor melhorias para condições de conforto com base nas estratégias geradas pelas Cartas Bioclimáticas de Givoni adaptada para aves em sua fase adulta.

Assim sendo, a produtividade satisfatória dos frangos depende, entre outros fatores, das condições térmicas do ambiente de alojamento, prestante a redução dos efeitos climáticos indesejáveis, sendo necessário, portanto, a caracterização da sua ambiência.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será tratado a fundamentação teórica designada para esta pesquisa que busca principalmente nos estudos relacionados à ciências, meio ambiente e bioclimatologia, conceitos iniciais até os atuais que ajudem na construção das bases do conhecimento necessário para a investigação de edificações construtivas avícolas confortáveis e hábeis.

2.1 Histórico da produção de frango de corte

A fundamentação teórica designada para esta pesquisa busca principalmente nos estudos relacionados à Bioclimatologia, conceitos iniciais até os atuais que ajudem na construção das bases do conhecimento necessário para a busca de edificações aviárias eficientes e confortáveis para a produção de origem animal.

Em registro na história brasileira, descreve-se que a partir do século XX teve início a exploração econômica das aves. Em outra época, que remete ao ano de 1930, os avicultores iniciaram uma avicultura com bases comerciais e passaram a auferir lucro, tanto em relação à produção de ovos, como a de carne (SEVEGNANI et al., 2005).

Segundo a União Brasileira de Avicultura – ABPA (2014), a produção de carne de frango encerrou o mesmo ano com produção de 12,69 milhões de toneladas. Com este desempenho, o Brasil, terceiro maior produtor mundial de carne de frango, encurtou ainda mais a distância que o separa da China, o segundo país no ranking, abaixo dos Estados Unidos. Ainda em 2014, 67,7% da produção foram destinados ao mercado interno e 32.3% para exportações, contemplados com os mesmos elevados padrões de qualidade e sanidade conferidos ao produto destinado ao mercado internacional (UBABEF, 2015).

Para manter essa posição de destaque no ranking, o Brasil teve que atender os padrões internacionais de qualidade e bem-estar animal, por meio de constantes inovações voltadas aos sistemas intensivos de produção, incluindo os relacionados às instalações para o alojamento das aves (FERREIRA et al., 2011). Entre estudos recentes, fortalece a argumentação sobre o emprego de luz monocromática para iluminação na avicultura, pois a luz tem grande influência para manipular o comportamento e a produção de aves de corte.

Owada (2007) discursa que a intensidade luminosa, a distribuição, os programas de luz, o comprimento de onda e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar do

lote, pois Martrenchar et al. (1999) o posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de recria, outras importantes ferramentas que contribuem para aferimento de variáveis climáticas dentro de ambiente bem como também sobre o próprio animal são as estações meteorológicas de baixo custo e as câmaras termográficas Nascimento (2011), sendo esse último, muito usado para aferição da temperatura superficial de frangos de corte, que pode ser empregada sobre uma metodologia que o condiciona a estimar condições de conforto térmico de frangos em diferentes tipologias de aviários (CARVALHO et al., 2011).

2.2 Ambiência na criação de frango de corte

Baêta e Souza (2010) dialogam que o ambiente de produção é qualificado por um conjunto de elementos, sendo eles, físicos, químicos, sociais e climáticos, que agem simultaneamente e desempenham influências sobre os animais favorável ou desfavorável ao desenvolvimento biológico, ao comportamento produtivo e reprodutivo das aves.

O conceito de ambiência está correlacionado com o microclima no interior das instalações, que é naturalmente influenciado pelas condições climáticas externas. Observa-se que para a melhor das hipóteses, enxergar-se que a ação dos fatores meteorológicos varia de acordo com a posição geográfica da unidade de produção e período do ano, que por sua vez, condicionam as variáveis ambientais, com existência de variações no período de 24 horas (NAZARENO, 2013).

A partir desses apontamentos, Ponciano et al. (2011) incrementam que o sistema de criação intensivo influencia diretamente na condição de bem-estar das aves, promovendo o balanço de calor do sistema ave-galpão, na qualidade do ar e na expressão dos comportamentos naturais dos animais, afetando assim, o desenvolvimento e o desempenho de frangos de corte.

Neste ponto em específico, Abreu e Abreu (2011) discursam que as aves são animais homeotérmicos e possuem centro termorregulador no sistema nervoso central, o qual é capaz de regular a temperatura corporal. O hipotálamo é o órgão que funciona como termostato fisiológico que controla a produção e dissipação de calor por meio de diversos mecanismos, como o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (RIBEIRO et al. 2008).

Outrora, Abreu e Abreu (2011) em pesquisa feita com marcadores de estresse calóricos em aves, indicam que 80% da energia ingerida são utilizadas para manutenção

da homeotermia e apenas 20% para produção. Confrontando seus resultados com os de Silva (2010), estabeleceu que o mecanismo de homeostase, entretanto, é eficiente somente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites. Portanto, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto.

Novamente, Abreu e Abreu (2011) quantificam a idade conforme cada semana do ciclo de produção e a necessidade de faixas de temperatura do ar adequada para a criação podem ser compreendidas conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Valores ideais de temperatura ambiente por semana para frangos de corte

Idade (semanas)	Médias de Temperatura Ambiente (°C)
1	32 – 35
2	29 – 32
3	26 – 29
4	23 – 26
5	20 – 23
6	20
7	20

Fonte: Embrapa aves e suínos (2010)

Em contrapontos as indagações científicas anteriores, Nascimento et al. (2014) correlacionam que quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldades as aves têm de dissipar calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória.

Para Abreu & Abreu (2011) o mecanismo de homeostase, ao qual indica a possibilidade de as aves controlarem e regularem sua temperatura interna com a do ambiente, é eficiente somente quando a temperatura do ar ambiente está dentro dos limites aceitáveis (Zona Térmica de Conforto – ZTC). Assim, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas as das condições de conforto (Tabela 2 e 3).

Tabela 2: Valores ideais de temperatura ambiente e umidade relativa do ar em função da idade das aves projetadas por semanas

Idade (semanas)	Temperatura Ambiente (°C)	Umidade Relativa do ar (%)
1	32 – 35	60 – 70
2	29 – 32	60 – 70
3	26 – 29	60 – 70
4	23 – 26	60 – 70
5	20 – 23	60 – 70
6	20	60 – 70
7	20	60 – 70

Fonte: Adaptado de Abreu & Abreu (2011)

Tabela 3: Valores ideais de temperatura crítica inferior (TCI), zona de conforto térmico (ZCT) e temperatura crítica superior (TCS), conforme a fase de vida da ave

Fases	TCI	ZCT	TCS
Recém-nascido	34	35	39
Adulta	15	18 – 28	32

Fonte: Adaptado de Curtis (1983)

Hafez (1973) citado por Cordeiro (2010) propôs um diagrama de temperaturas das zonas de conforto (Fig. 1) em que são esquematizadas as diferentes faixas de temperaturas, onde é mostrado à zona de conforto térmico onde o animal está em equilíbrio térmico, onde sua produção e gasto de calor são igualados.



Figura 1: Diagrama de temperatura da zona de conforto térmico

Fonte: Hafez (1973) adaptado por Abreu e Abreu (2012)

Sendo assim, Esmay e Dixon (1986) ponderam que quando as condições ambientais no interior da instalação não estão dentro de limites adequados (zona de termoneutralidade), o ambiente térmico torna-se desconfortável, porém, Menegali et al. (2009; Vigoderis et al. (2010) enfatizam que os organismos dos animais se ajustam fisiologicamente para manter sua homeotermia, seja para conservar ou dissipar calor.

2.3 O bem-estar animal

Segundo Moraes et al. (1999) a ambiência é caracterizada em função da determinação do conforto térmico, requerendo uma visão da instalação como um todo, que envolve temperatura, umidade, poeira, gases, ventilação, luminosidade, densidade de criação e principalmente, limpeza e desinfecção dos aviários, que são mencionados como contribuintes na patogenia de doenças.

Dawkins (1999) que fundamentou suas pesquisas em abordagens investigativas sobre o comportamento animal discorre que o ambiente aos quais as aves estão submetidas influencia muito em seu comportamento e, adquirindo o conhecimento de como este ambiente atua sobre elas. É possível, conforme a necessidade identificar, quantificar e caracterizar as condições de conforto térmico e bem-estar (FREEMAN, 1968).

A qualidade do ambiente tem se tornado cada vez mais relevante e fatores como ventilação e umidade, que interferem diretamente na qualidade do ar e da cama, devem ser controlados durante todo o período de criação até a idade de abate (FURTADO et al., 2003). Alguns estudos mostram que a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do ar atuam como veículos auxiliares na dissipação de calor das aves, ajudando essas a manterem-se em equilíbrio em sua zona de termoneutralidade (LIMA et al., 2009).

2.3.1 Definições de bem-estar

O bem-estar animal é considerado um diferencial para países que buscam ampliar seu mercado, sendo um fator decisivo para o consumidor moderno na hora de comprar produtos cárneos. É crescente a convicção dos consumidores de que os animais utilizados para fins comerciais devem ser tratados com todos os rigores da ética (FIGUEIRA et al., 2014). Fraser (1999) pondera sucintamente que o bem-estar animal compreende dois aspectos fundamentais, o bem-estar físico, que se manifesta através de

um bom estado de saúde e o bem-estar psicológico, que reflete o comportamento, ou seja, a ausência de comportamentos anormais.

Para Barnett et al. (1990), o bem-estar pode ser baseado nas necessidades biológicas do animal. A falta de bem-estar gera estresse e este compromete a produtividade. Vinculados aos efeitos estressores do ambiente estão: luminosidade, nível sonoro, velocidade e temperatura do ar, concentrações de gases, entre outros. O microambiente para a produção e bem-estar dos animais nem sempre é compatível com as suas necessidades fisiológicas.

Neste cenário, Broom (2004) discorre que alguns sinais de bem-estar precários podem ser mensurados através dos parâmetros fisiológicos (tais como aumento da frequência cardíaca, aumento dos níveis de alguns hormônios, entre outros), porém, Duncan (1998) realça que mensurações através do comportamento têm igual valor na estimativa do bem-estar.

Moraes et al. (1999) consideram que há movimentos que agregam valores distintos a ações que, em outros tempos, não seriam nem notadas. Isto requer uma mudança de paradigma. É de suma importância considerar que na produção animal, a conceituação de bem-estar envolve também as questões físicas e mentais e a maioria das preocupações está centrada em como o animal “sente”, quando exposto a determinado tipo de confinamento ou manejo, ou ainda determinadas práticas (por exemplo, corte de cauda, corte de dentes ou apara de bico).

2.4 Conforto Ambiental

As ocorrências dessas alterações foram pela primeira vez alertada na década de 50, onde relacionaram as mudanças do ambiente natural com as ações de costumes antrópicas (IPCC, 2007). Os estudos geológicos demonstram os efeitos das alterações ou mudanças climáticas sobre a paleogeografia e paleoecologia. O crescimento acelerado da população humana, a mecanização da agricultura e a urbanização vêm sendo acompanhados por um processo de degradação ambiental jamais dimensionados em tempos Modernos na superfície do planeta. Está degradação pode levar às modificações climáticas que podem ameaçar a nossa própria existência (BORSATO e SOUZA FILHO, 2004).

Além da mudança do clima, outros fatores contribuem para o aumento da vulnerabilidade hídrica brasileira, entre eles: a pressão demográfica, o crescimento

urbano desordenado, a pobreza e a migração rural, bem como também o baixo investimento em infraestrutura e serviços (SALVIANO et al., 2016).

A partir dos anos 60, início do processo revolucionário industrial e do aparecimento em massa do capitalismo, que é um sistema em que os bens e serviços, inclusive as necessidades mais básicas da vida são produzidas para fins de troca lucrativa, que até a capacidade humana de trabalho é uma mercadoria à venda no mercado, todos os agentes econômicos dependem do mercado e os requisitos da competição e da maximização do lucro são as regras fundamentais da vida. Roiz (2009) cita que neste mesmo período surgem os primeiros debates entre pensadores sobre meio ambiente, contextualizando os principais momentos de transformações, a exemplo da questão ambiental, Pinto (2001) que ganhou relevo na pauta da discussão sobre escassez de energia e de recursos naturais e adquiriu grande visibilidade através dos meios de comunicação.

Marson (2015) colabora ao argumentar que, sobre todos esses efeitos, foi explosivo o crescimento das indústrias, principalmente nos setores da construção civil, máquinas de manufaturas e têxtil, sendo em números, áreas de atuação e variedades de produtos. Entretanto, a disciplina e a preocupação com o meio ambiente natural não se fez presentes durante muitos anos, tendo como resultados, problemas ambientais e impacto socioambiental de grandes dimensões, tal como o aumento de descartes de resíduos em espaços abertos chamados de lixões (LINARD et al., 2015). Sobre esses efeitos, estudos climáticos revelaram um fenômeno designado por aquecimento global, que poderia estar produzindo alterações no clima, colocando em risco o equilíbrio natural e as populações do planeta (SALVIANO et al., 2016).

Entretanto, esse discurso ambiental vem sendo repensado à medida que é usado para explicações sobre a crise energética e suas relações com as reduções dos recursos naturais (McMICHAEL, 1999).

De fato, Lima (2015) corrobora expondo que:

É muito comum nos depararmos com estudos geográficos acerca da problemática ambiental cujos procedimentos de exposição supõem uma descrição pormenorizada da disposição de fenômenos físicos no arranjo espacial, montando-se todo um quadro sinóptico dos fenômenos naturais para, por fim, introduzir a participação ou a intervenção humana no encadeamento de tais fenômenos.

Muito se discute a respeito do meio ambiente nos momentos atuais. A temática deixou de ser apenas uma questão ambiental, abrangendo a retórica filosófica, social,

estritamente ligada à saúde, à sobrevivência, conectada a questões políticas, organizacionais e, principalmente, educacionais (GUIMARÃES, 2008).

Diante a esta crise ambiental em que se permeia, a educação ambiental vem sendo considerada cada vez mais importante para a superação dos problemas ambientais em busca de uma sociedade mais justa e sustentável. A educação ambiental aqui é entendida como uma educação política, que reivindica e prepara os cidadãos para exigirem justiça social e ética nas relações socioambientais (SOUZA, 2016).

Para Loureiro (2002) o desafio consiste em romper com as concepções reducionistas e fragmentadas no trato da temática. As correntes advindas da ecologia seguem influenciando o debate ambiental, de forma que mesmo a “politização da ecologia” se dá mediada por um viés naturalista. O discurso ecológico, ainda quando formula a crítica ao produtivismo, não o apreende como lógica intrínseca ao modo capitalista de produzir. Ao separar capitalismo e produtivismo, deixa de agarrar as determinações da questão ambiental e promove o fetiche da possibilidade de edificação de uma sociedade de “capitalismo limpo” (SILVA, 2015).

Muito se argumenta sobre as fortes relações entre esses fatores climáticos com os efeitos causados pelo processo de ocupação das regiões. No que se compromete a esclarecer esses contrapontos, Marengo (2007) dialoga que, particularmente na Amazônia, às oscilações climáticas se justificam pela intensificação de queimadas e desflorestamento, o que proporciona não somente um problema ambiental, mas também, social e econômico.

Uma pesquisa direcionada aos últimos cinco anos na ScienceDirect, notificou um aumento médio anual de 5,7% no número de artigos científicos para a palavra-chave “conforto animal”, produções científicas disposta na base de dados SciELO (<http://www.scielo.org>) também para o mesmo período de anos, direcionada especificamente a revistas brasileiras com a palavra-chave “conforto ambiental”, quantificaram 34 periódicos científicos (Tabela 4 e 5) que contextualizam de forma direta e/ou indireta sobre este tema.

Tabela 4: Descrição e a distribuição da quantidade de artigos científicos por periódicos brasileiros para a palavra-chave “conforto ambiental”

Periódicos	Artigos científicos
Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	22
Ambiente Construído	3
Texto & Contexto - Enfermagem	2
Ciência Rural	1
Floresta e Ambiente	1
Matéria (Rio de Janeiro)	1
Interface - Comunicação, Saúde, Educação	1
Pesquisa Veterinária Brasileira	1
Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia	1
Revista da Escola de Enfermagem da USP	1

Tabela 5: Distribuição anual da quantidade de artigos científicos nos últimos cinco anos

Anos	Nº de artigos científico
2011	4
2012	6
2013	7
2014	11
2015	6

Este levantamento representou um crescimento médio anual de 42%. Ainda, entre os anos selecionados, o ano de 2014 apresentou uma maior divulgação na área (57.14%). Desta forma, considera-se a título de curiosidade que, destes 34 periódicos científicos, a área temática que mais se sobressaiu na produção de conhecimentos foi a ciências agrárias (25), seguida pela ciência da saúde (5), logo após, engenharias (3) e por fim, ciências humanas (1), respectivamente.

Nesta abordagem, autores como, Buriol et al. (2015), citados por contribuírem no desenvolvimento da qualidade de vida, buscaram quantificar o conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural, principalmente para a localidade sul do Brasil, questionamento as variações climáticas por diversas regiões, provindas de uma instabilidade provocada pela alteração dos mares.

Outros como Carneiro et al. (2015) e Passini et al. (2013) corroboraram ao avaliarem manejos de cobertura com base nas análises térmicas e nos índices de conforto térmico direcionados a humano e zootécnico. Legitimaram que o fator mais importante na manutenção do conforto térmico é a quantidade de radiação que chega até as aves, a

qual é determinada pelo tipo de material de cobertura ou pela presença de um isolante térmico que, de maneira geral, é um dos meios mais econômicos de melhorar as condições ambientais em edificações. A cobertura é responsável por aproximadamente 80% da absorção de calor por radiação e a cor enegrecida dos telhados é um agravante para a retenção de calor.

Nos discursos de Carvalho et al. (2014) determinaram sobre avaliação *in loco* as condições mais precisas de conforto térmico para aves de corte, durante suas fases de vida, bem como se preocupando em aferir também as condições de conforto para as pessoas que trabalham nesses galpões em período diferentes. Desta forma, obtiveram resultados que indicaram que 1) as variáveis meteorológicas e os índices de conforto térmico ambientais apontam o sistema de criação semi-confinado com 3m² por ave de área de piquete como aquele que permitiu melhor condicionamento térmico natural às aves; 2) os parâmetros fisiológicos, frequência respiratória e temperatura cloacal, apontaram valores mais adequados para o sistema de criação semi-confinado com 3m² por ave de área de piquete, como resposta ao menor estresse térmico, atendendo às condições de bem-estar animal.

Outro ponto importante é que, ao discutir aumento populacional e impacto ambiental a nível Brasil, é preciso considerar sua extensão territorial, que por ser de dimensões continentais, apresenta inúmeras particularidades com relação às condições de conforto ambiental. Para cada região, há respostas técnicas diferentes e correspondentes.

Existem poucos estudos que avaliam os conhecimentos da população sobre o conforto ambiental. Na grande maioria desses, prevalecem resultados e discussões que relacionam as variáveis climáticas com o ambiente construído e, de certa forma, deixam de aferir o comportamento humano sobre esses paradigmas, ou seja, a abordagem qualitativa. Mesmo sobre este enfoque, Schäfer et al. (2014), enfatizam que grande parte dos estudos se baseiam em metodologias específicas, como por exemplo, a APO (Avaliação Pós-Ocupação), que pesquisa diretamente a satisfação dos usuários em relação às condições de conforto, para que assim, possam propor melhorias consistentes (ORNSTEIN et al., 1992).

Se o desconhecimento do conceito de conforto ambiental pela população em geral pode ser verificado, Rossetto et al. (2006) esclarecem que a perspectiva físico-espacial, na qual estão contidas as questões de infraestrutura, de conforto aos usuários dos ambientes e de suporte às atividades da população, dependem do desempenho da

perspectiva econômica e interfere no desempenho tanto da perspectiva social quanto da ambiental.

Outrora, as relações entre conforto ambiental e edificações são iminentes e devem ser respeitadas, sobretudo, quando envolve meio ambiente, satisfação pessoal e economia. Os tipos de clima presentes no Brasil são: equatorial, tropical, tropical de altitude, tropical atlântico, semiárido e subtropical (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Por exibir tais condições, deve se atentar as exigências de conforto térmico ambiental, não somente medindo esforços para o bem-estar dos seres humanos, mas também, deslocando as atenções para o conforto ambiental de animais.

Ao estender as preleções sobre conforto térmico, seja em aparte para o meio urbano ou rural, estamos referindo intrinsecamente ao clima que, para Monteiro (1976, p.10), subjetiva definir conforto como sendo “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”.

MacPherson (1980) tratou a questão da aclimação de pessoas em regiões de climas temperados e observou que as mesmas desenvolvem um considerável grau de aclimação quando coexistem com o frio e o calor, na presença de duas estações distintas. Suas pesquisas científicas colaboraram para o estabelecimento dos princípios da avaliação da sensação térmica das pessoas em relação a um ambiente, sendo que os resultados dessas determinações possibilitaram a elaboração de normas e manuais técnicos, que atualmente se encontram devidamente tabelados na ISO 7730 (1994), ISO 9920 (1995) e ASHRAE (1997). Outros como Nedel (2008) cita que fatores ambientais, tais como, temperatura e umidade do ar, velocidade do vento e temperatura média radiante, influenciam diretamente o conforto térmico de um indivíduo. Esses parâmetros são intrínsecos à natureza humana e as alterações individuais entre as pessoas.

Nota-se que esses fenômenos classificados como naturais estão sujeitos a acontecerem a quaisquer momentos, (IPCC, 2007) em função do aumento gradativo dos acontecimentos e ou transformações do próprio clima. Resultados de estudos feitos por Carvalho et al. (2012) com trabalhadores rurais expostos a diferentes ambientes em galpões de frango de corte, demonstraram que quando um indivíduo é obrigado a suportar altas temperaturas, seu rendimento cai significativamente, conseqüentemente, a velocidade do trabalho diminui, as pausas se tornam maiores, a concentração diminui e a propensão a acidentes a partir de 30°C aumenta gradativamente. Entretanto, verificou-se que o galpão equipado com sistema de ventilação positiva possuía um ambiente de maior salubridade para o trabalhador. Independente do sistema de ventilação utilizado,

atividades como abastecimento manual do comedouro, limpeza de bebedouros e revolvimento da cama, podem oferecer riscos de lesão corporal em virtude da forma como são executados.

O modelo produtivo hegemônico aos quais esses trabalhadores estão imersos apresentam diversos outros tipos de vulnerabilidades, tais como as institucionais – caracterizadas pela quase ausência de assistência técnica local, e as sociais, especialmente as relacionadas à baixa escolaridade que, dentre outras consequências, levam a não compreensão das recomendações prescritas nas bulas e ou rótulos desses produtos, dentre outros (CASTRO; CONFALONIERI, 2005; BEDOR et al., 2007; RECENA; CALDAS, 2008).

Para Lida (2000), havendo indisposição causada por altas temperaturas, é ideal pausar o trabalho e aguardar o equilíbrio do corpo, evitando danos à saúde do trabalhador ou mesmo acidentes de trabalho. Neste ponto, Couto (1978) cita que organismos humanos levam em torno de seis meses para se adaptarem as transformações fisiológicas em cenários que apresentam altas temperaturas.

Nesta circunstância, Nazareno et al. (2009) convergem ao citarem que os conhecimentos em conforto ambiental são de extrema necessidade para a produção de projeto de instalações e para manejo dos animais. Segundo Reis (2014), o estresse térmico ou mesmo desconforto térmico ocorre quando há um aumento excessivo da temperatura corporal ocasionado pelo aumento do metabolismo (sobrecarga fisiológica), influenciado ou não pelas condições ambientais (sobrecarga térmica).

Por isso, quando atividades pesadas são desenvolvidas continuamente sob alta temperatura, combinada com baixa umidade, Oliveira (2006) o aumento da temperatura corporal pode exceder a 38°C e a perda de líquido pelo suor pode exceder 1 litro por hora, predispondo à desidratação. Do ponto de vista clínico, o estresse térmico pode ser identificado por quatro condições não necessariamente associadas: câibras, síncope, exaustão e insolação (CRUZ et al., 2011).

Paralelamente a este contexto, existem os efeitos contrários a essas mudanças sobre o bem-estar das aves, oriundo da seleção genética para um crescimento rápido, tais como as desordens metabólicas, que podem levar a doenças patológicas como ascite, conseqüentemente, morte súbita (BESSEI, 2006).

Em síntese, Sheppard e Edge (2005 p. 555) contextualizam que:

[...] diante de todo esse cenário, uma garantia oriunda com essas crescentes transformações é o fato de que a produção de frangos passa a ser alvo de tentativas de melhorias no manejo e alojamento das aves, pressionados por uma parcela da população que busca alimentos mais saudáveis que poluam menos o ambiente e, ao mesmo tempo, promovam o bem-estar animal.

Ainda, as estratégias para aumento de produção forçaram muitos produtores a reorganizarem suas cadeias produtivas, de forma a repensarem sua forma de criação, partindo do pressuposto de aprimoramento dos saberes populares tradicionais para tecnológicos.

Exprime-se que modificações no sistema semi-intensivo de produção de frangos colonial de corte tem conceito diferenciado da produção intensiva. Em procedência, busca um sistema de produção menos agressivo ao meio ambiente e às aves (SUNDRUM, 2001). As degradações dos recursos naturais que estão ocorrendo de maneira acelerada no mundo comprometem a qualidade de vida das atuais e futuras gerações, o que leva a sociedade como um todo a buscar alternativas que harmonizem o desenvolvimento econômico com a indispensável proteção do meio ambiente (MARIN et al., 2001).

Em contrapontos, o regime de confinamento total causa estresse intenso Jones e Mills (1999) e tem, como consequência, respostas fisiológicas e comportamentais dos animais, podendo causar sérios problemas de saúde, produtividade e no bem-estar das aves, bem como também na sua ambiência (SILVA et al., 2015; HALL, 2001). Os consumidores cada vez mais procuram produtos menos agressivos ao meio ambiente, impondo um desafio ao setor produtivo, causando forte influência na competitividade das empresas.

Takahashi et al. (2006), asseveram que o consumo de frango de corte colonial vem, aos poucos, conquistando a preferência do consumidor, por se tratar de um modelo de produção diferenciado (semi-intensivo) de baixa densidade e, principalmente, pelo paladar. No entanto, Abeyesinghe et al. (2001) contesta que ainda há poucas pesquisas com frangos coloniais no que diz respeito à sua exigência nutricional, genética, faixa de conforto térmico e etc.

Ainda que, com todas as dificuldades políticas e o pouco empoderamento de recurso para do/no campo, é possível afirmar que este desenvolvimento da avicultura industrial está relacionado com a implantação de técnicas inovadoras e materiais de construção subjetivos ao conforto térmico nas instalações avícolas (TINÔCO, 2001). Nas

abordagens experimentais feitas por Lavor et al. (2008) detectaram que os principais fatores causadores de efeitos sobre a produção animal são: ambiência, variáveis tais como, temperatura, umidade, radiação e vento, e consequentemente, coincidindo com as variáveis que mais se exibem quando discutido conforto ambiental.

Um exemplo específico de um efeito das instalações que leva ao bem-estar pobre é a consequência de uma redução severa da possibilidade de se exercitar. Um estudo conduzido em galinhas, na região sudeste do Brasil, indicou que aves impossibilitadas de exercitar suficientemente suas asas e patas por estarem alojadas em gaiolas industriais apresentavam ossos consideravelmente mais fracos que as aves em sistemas com poleiros, que se podiam exercitar (KNOWLES e BROOM, 1990; NORGAARD-NIELSEN, 1990). Para Marchant et al. (1996) a fraqueza verificada na ossatura indica que os animais expostos a este cenário de produção sobrevivem com menos sucesso em seu meio ambiente, sinalizando que o bem-estar é mais pobre nos sistemas mais confinados (BROOM et al., 2004).

Nota-se que o espaço-ambiente e as variáveis climáticas, tanto podem se mostrarem positivas como negativas sobre a produção dos frangos de corte, Furlan et al. (2000), onde altas temperaturas reduzem o consumo de alimento prejudicando o desempenho dos frangos. Já baixas temperaturas, podem melhorar o ganho de peso, mas à custa de elevada conversão alimentar. Para Fukayama et al. (2005), a condição ambiental deve ser manejada, na medida do possível Viola et al. (2008) para evitar um efeito negativo sobre o desempenho produtivo dos frangos, uma vez que podem afetar o metabolismo, abrindo caminho para a incidência de doenças metabólicas.

Logo, compete levar em consideração que o conforto ambiental para aves, em especial ao estudo de frangos de corte, deve-se, nomeadamente, considerar além das variáveis climáticas supracitadas, à estrutura dos galpões e fatores construtivos, como orientações das edificações e o material utilizado na cobertura e vedações (VITORASSO e PEREIRA, 2008).

Alves e Rodrigues (2004) já havia prescrito que a orientação mais recomendada para esta tipologia de construção é a Leste-Oeste para países tropicais e subtropicais. Observaram também que tanto para instalações com orientação Leste-Oeste quanto para orientação Norte-Sul, o uso do paisagismo circundante foi muito relevante, positivamente durante a época de verão, quando realizada a repetição do trabalho de caracterização do ambiente térmico para animais e humanos.

Outrora, Furtado et al. (2006) concluíram em experimento realizado no Agreste Pernambucano, que as instalações com telhado de barro tendem a proporcionar um maior conforto térmico quando comparadas com aquelas cuja cobertura é composta de telha de cimento-amianto. Todavia, poucos trabalhos desta linha foram conduzidos na região amazônica, se tornando necessidade, para que assim, possam sustentar subsídios que permitam aferir os melhores indicadores e ou parâmetros para conforto e desconforto ambiental.

2.5 Tipologias de construções e materiais em aviários

O abrigo tornou-se edificação, o espaço tornou-se lugar quando o ser humano se apropriou deste, aplicando sobre ele seus conhecimentos, a fim de estabelecê-lo com maior conforto. Para Rivero (1985) sabendo que o homem não é um elemento passivo, ou seja, realiza trocas térmicas com o meio para estabelecer com ele um equilíbrio, a edificação existe, dentre outros motivos, como respostas as manifestações climáticas que seu organismo não controla.

No discurso de Castello (2007) classifica lugar como sendo um espaço na qual o usuário reconhece qualificações que o distingue dos demais. Embora existam os mais diversos climas na superfície terrestre, Souto (2010) sustenta a concepção de que os seres vivos conseguem se adaptar a cenários diferenciados, a preço de que essa mudança possa influenciar em seus sistemas, favorecendo ao que chamamos de desconforto.

A hipótese acima é reforçada por Bagnati (2013) e Ferreira et al. (2014) em que enfatizam que a existência da arquitetura vernacular¹ vale-se do aproveitamento das características desejáveis do clima em que o meio está inserido, subtraindo os menos favoráveis. Rivero (1985) novamente complementa que toda a energia radiante absorvida por um corpo negro se transforma em calor, Romero (2000) se tornando tendência os estudos sobre fatores bioclimático atuantes no processo da concepção da edificação, de forma a amenizar ou otimizar a radiação por ela recebida, sugestionada pela região em questão.

¹Arquitetura vernacular: é toda forma de arquitetura em que são empregados recursos, técnicas e materiais regionais, do próprio ambiente onde a edificação é construída, apresentando, assim, um caráter regional ou local em decorrência desses fatores (FERREIRA et al., 2014).

As instalações avícolas são responsáveis pelo microclima interno nos aviários. Torna-se necessário diagnosticar os diferentes tipos de materiais empregados nessas instalações (aviários), pois essas informações são relevantes para que os pesquisadores consigam estudar formas de aprimorar os materiais, e até mesmo, buscar materiais e cunho alternativos (CRAVO et al., 2012).

Para que se alcance o conforto térmico no interior dos galpões avícolas, deve-se considerar equipamentos que contribuem na climatização, como aquecedores (elétrico, gás ou a lenha) nas fases iniciais, ventilação, sistemas de resfriamento (nebulizadores ou painéis evaporativos) e sistemas de controle com o mínimo de automação (FONSECA e FUNCK, 2008).

Com base em resultados de estudos realizados no Agreste Pernambucano, Furtado et al. (2005) recomenda que a largura dos galpões seja adotada em função do clima local e da ventilação natural desejável. Amiúde, para os galpões com 12 m de largura, a influência da renovação natural do ar é limitada e, neste caso, o ideal seria a utilização de sistemas de climatização artificial (ventiladores associados a nebulizadores) nos horários mais quentes do dia, com o intuito de minimizar os efeitos dos agentes estressores.

Para regiões de clima quente, Paula et al. (2012) mencionam que o ideal seria a construção de galpões com largura de 8 a 10 m, com abertura lateral para explorar a ventilação natural, reduzindo a necessidade de investimentos em climatização artificial e economia de energia elétrica.

Já para Furtado et al. (2005) problematizam que a largura do galpão tem grande influência no condicionamento térmico interno e em seu custo. Existe uma tendência mundial de se projetarem galpões de 10 a 12 m de largura e 100 a 125 m de comprimento, com vistas a otimizar o uso de equipamentos automáticos (bebedouros e comedouros), com predominância de sistemas de climatização artificial.

De acordo com Rodrigues et al. (2009) discutem que uns dos maiores problemas de estresse dentro de aviários se respalda na falta de forro nas instalações, provocando a aglomeração das aves, que se deslocam para região de melhor sensação térmica no interior do galpão, salvo-conduto que o forro atenua a transmissividade da radiação solar para o interior das instalações.

Além disso, o forro atua como barreira física à radiação transmitida pela cobertura ao interior do aviário, por permitir a formação de camada de ar junto à cobertura e contribuir na redução da transferência de calor para as aves (ABREU e ABREU, 2011).

Com relação à orientação das instalações avícolas, nota-se que, para a região nordeste do Brasil, que possui um clima semelhante ao da região de estudo, galpões construídos no sentido norte-sul, a vegetação predominante é gramado, porém, recomenda-se o plantio de árvores ao redor das instalações, no intuito de promoverem o sombreamento natural e o bloqueio de parte da incidência da radiação solar direta em seu interior (RODRIGUES et al., 2009).

Consequente, é imprescindível preocupar-se com a cobertura dos aviários. Pesquisa científica desenvolvida por Passini et al. (2013) aferiram que o material mais utilizado para cobertura em aviários no estado de Pernambuco, foi a telha cerâmica (93%), referendando aos mesmo resultados obtidos por Baêta e Souza (2010), por se tratar de um material poroso de alta inércia térmica, que reduz a transferência de energia para o interior das instalações.

No caso das vedações transversais que recebem insolação de nascente e poente, (SARMENTO et al., 2005) recomendam que a proteção pode ser feita pintando-as de branco ou sombreando-as por meio de espécies arbóreas da região. Estudos científicos e produções de relatórios técnicos, apontam que a cor branca da superfície externa da cobertura reduz a temperatura do ar em até 3°C, nos horários mais quentes do dia.

Para atender às exigências de conforto das aves, (ABREU e ABREU, 2011) sustentam a vertente de que o aquecimento é essencial no início da vida e dele depende o bom desenvolvimento do animal. Portanto, as duas primeiras semanas são as mais críticas, e erros cometidos nestas fases não poderão ser corrigidos no futuro, o que pode afetar o desempenho final das aves, reduzindo o ciclo de produção.

Outros resultados provindos deste mesmo experimento, identificaram que sistema de ventilação forçada é o mais utilizado em instalações avícolas abertas. Segundo Welker et al. (2008) a associação da ventilação forçada com nebulização, influencia positivamente sobre as condições ambientais dos aviários e assegura a redução da temperatura corporal das aves.

Um estudo científico realizado por um grupo de pesquisadores do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Espírito – UFES, na linha de Engenharia Rural, verificou-se que o emprego de cortina amarela foi a mais evidente (72.97%), seguida pela de cor azul, com 24.33%, e de cor branca, com 2.7% Paula et al. (2012), admitindo que comprimento de onda na faixa do amarelo estimula a atividade ingestiva das aves com efeito positivo em seu desempenho.

Dentre as radiações que atuam dentro da instalação, a proveniente do telhado atua com maior intensidade constituindo a variável mais importante (TINÔCO, 2001). A ave sente este calor e exprime sua resposta com baixa produtividade (ESMAY, 1982).

Jácome et al. (2007) examinando o comportamento térmico de diferentes materiais de cobertura para construção e instalação de empreendimentos rurais, em destaque para aves, avaliaram o índice de temperatura de globo negro e umidade e a carga térmica de radiação de aviários, em escala reduzida, Santos et al. (2005) construídos com materiais de cobertura e projetos de telhados diferentes, resultando que os telhados com lanternim propiciaram melhores condições térmicas.

Portanto, em questionamento ao meio científico, Mazon et al. (2006) se propuseram a contrapor esses resultados e acabaram convergindo suas conclusões as de Santos et al. (2005) descobriam que realmente a presença do lanternim é fundamental para alcançar o grau de conforto térmico adequado no interior de galpões. No entanto, deve-se conhecer a caracterização climática da região. Distinguir os principais fatores de risco quanto ao bem-estar e ao conforto térmico animal, nas instalações avícolas, permite oferecer aos produtores suporte técnico necessário à reformulação ou reconstrução destas, tornando-as mais competitivos e eficientes.

2.6 Fatores que interferem no estresse térmico

2.6.1 Ambiência e estresse térmico

O conhecimento dos fatores que interfere no bem-estar das aves é necessário para projetar aviários mais eficientes e tomadas de decisões emergenciais, assegurando a máxima eficiência produtiva das aves (OLIVEIRA et al., 2006). Os animais de produção estão sujeitos a fatores estressores, como o frio e o calor, o que pode desviar a energia de produção para sua energia de manutenção. No entanto, a condição de conforto térmico animal dentro de uma instalação deve condizer a um balanço térmico nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal, somado ao calor ganho do ambiente, seja igual ao calor perdido (HÖTZEL e FILHO, 2004).

Quando a temperatura ambiente se aproxima da temperatura das aves, em torno de 41°C, a eficiência dos meios sensíveis de troca de calor decresce. Nesse ponto, o mecanismo principal de perda de calor passa a ser o processo de evaporação de água pelo

trato respiratório. Quanto maior for a pressão de vapor do ambiente, maior é a dificuldade de liberação de calor por meios evaporativos (SANTOS, 2012).

Silva et al. (2001) pesquisando aves de duas linhagens, sendo uma portadora do gene pescoço pelado e outra não portadora, com empenamento normal, ambas submetidas a estresse térmico gradativo (38, 40 e 42°C), em câmara climática, apresentaram resultados que aferiram que a linhagem de pescoço pelado possui maior resistência ao estresse térmico em relação à linhagem de empenamento normal. Os autores ainda concluíram que quanto mais alta foi a capacidade dos frangos de ganhar peso, mais eles se beneficiaram do fato de terem áreas desnudas.

Posteriormente, Santos et al. (2012) ao realizarem um experimento com frangos coloniais na região sudoeste do Brasil, chegaram a mesma conclusão de Silva et al. (2001), prescrevendo que a redução do volume de penas melhora a dissipação do calor através da área desnuda, promovendo maior tolerância ao calor e melhor produtividade em condições de altas temperaturas ambientais (até 32° C).

2.6.2 Temperatura do ar

Medeiros (2001) alega que a temperatura é o mais importante elemento meteorológico que influencia diretamente para o conforto térmico, por envolver a superfície corporal dos seres humanos e animais, afeta diretamente a velocidade das reações que ocorrem no organismo. Para as aves, a temperatura interna é de 41.1 °C, e por se tratarem de animais homeotermos, o seu sistema fisiológico trabalha para manter esta temperatura estável, acionando assim mecanismos de repostas quando elas são submetidas a desafios térmicos.

No caso de animais em confinamento o problema se agrava em função do seu espaço físico, que diminui ao longo do ciclo produtivo, isso faz com que a produção de calor gerado pelas aves aumente no interior dos aviários, além de dificultar sua dissipação (ABEYESINGHE et al., 2001). Animais pesados têm sua área de superfície relativa reduzida, dificultando ainda mais a troca de calor para o ambiente. Frangos de corte são muito sensíveis a altas temperaturas por serem animais que não se ajustam perfeitamente aos extremos de temperatura, por possuírem alto metabolismo e por terem grande capacidade de retenção de calor devido sua cobertura corporal (SILVA et al., 2001).

Altas temperaturas também alteram o equilíbrio das enzimas pancreáticas nas aves. Routman et al. (2003) encontraram alteração na amilase pancreática em aves

submetidas ao estresse por calor. Ainda, Osman e Tanios (1983) relataram que o estresse causa um consistente aumento na atividade da amilase em frangos, o que pode comprometer a digestão do amido e, conseqüentemente, o desempenho animal. Com relação às baixas temperaturas, ocorre um fator positivo que é o aumento do ganho de peso, mas, associado a isso, há o aumento da taxa de conversão alimentar.

A zona de conforto térmico para aves a partir da segunda e terceira semanas de vida oscila entre 15°C e 26°C, para valores de UR de 50% a 70% Timmons e Gates, (1988), onde segundo Yousef (1985) estando de acordo com os limites sugeridos para frangos de corte adultos que variam de 15°C a 25°C.

De acordo com Medeiros (2001) temperaturas menores que 10°C promovem redução no ganho de peso e na eficiência alimentar, entre 10 e 21°C a eficiência alimentar permanece afetada. Para ambientes com temperaturas entre 15 e 26°C, verifica-se melhor eficiência alimentar e ganho de peso, entre (21 e 30°C) e (32 e 38°C) implica em decréscimo na ingestão alimentar de 1,5 e 4,6%, respectivamente.

Considerando-se que a temperatura interna das aves oscila entre 40 e 41°C, a temperatura ambiente indicada para frango de corte, poedeiras e matrizes, poderá oscilar entre 15 e 28°C, sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura deve ficar entre 33 a 34, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80% (MEDEIROS et al., 2005).

2.6.3 Umidade relativa do ar

A Umidade relativa do ar (UR) em conjunto com a temperatura de bulbo seco (Tbs) possui papel importante na dissipação de calor pelos seres humanos e animais. Pelas concepções de Grant e Albright (1995) esclarecem que para efeito sobre os animais, altos valores de Tbs e UR são extremamente danosos para a produção, sendo que no interior de instalações zootécnicas, a UR é função da temperatura do ambiente de criação, do fluxo de vapor d'água oriundo dos animais, das fezes e/ou da cama e do sistema de ventilação.

Em ambientes no qual a temperatura atinge valores próximos ou acima da temperatura corporal do animal, a perda de calor passa a ocorrer principalmente pela evaporação, que é influenciada pela UR. Nessas condições, a evaporação sofre os efeitos da elevação da UR, que reduz o gradiente de vapor d'água presente no local, diminuindo

o potencial de evaporação do vapor d'água via sistema respiratório e o ambiente que o cerca (MARTA FILHO, 1993).

Assim, Lima et al. (2009) citam que quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Ou mesmo, Donald (1998) recomenda a faixa de UR entre 50% e 60%, legitimando que as trocas térmicas entre o animal e o ambiente não são afetadas nesse intervalo de UR.

2.7 Índice de Conforto Térmico

Rodrigues et al. (2011) mencionam que as condições microclimáticas das instalações são utilizadas como elementos decisivos para acionar sistemas de climatização e que alguns autores, a exemplo de Vigoderis et al. (2010) consideram que uma análise conjunta da temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes zootécnicos é importante para verificar a situação de conforto e estresse a que os animais estão submetidos.

Essas variáveis são responsáveis pela quantificação do balanço de energia térmica no ambiente, representando as características psicrométricas do ar úmido, responsáveis pelas transferências de energia. As comparações de desempenho entre diferentes modelos de instalações, neste caso, em aviários, em razão do grande número de variáveis envolvidas, são facilitadas e descobertas pelos índices de conforto térmico (SEVEGNANI et al., 1994).

Esses estudos tiveram início quando Houghten e Yaglou (1923) propuseram o Índice de Temperatura Efetiva – ITE, baseado na temperatura, umidade e velocidade do ar, usando humanos para comparar sensações térmicas instantâneas, experimentadas em diferentes ambientes.

Ao mesmo tempo, propuseram-se outros índices, como: o P4SR (Predicted Four Hour Sweat Rate) estimativa da taxa de suor por quatro horas, McArdle (1947); Índice de Estresse Calórico, Belding e Hatch (1955); Índice de Desconforto, mais tarde chamado Índice de Temperatura e Umidade – ITU, Thom (1959); Índice de Humiture, Hevener (1959) e o Índice de Temperatura Aparente, Steadman (1979); contudo, os índices mencionados foram desenvolvidos especificamente para seres humanos.

Para Buffington et al. (1981) trabalhando com vacas leiteiras alvitram resultados promissores ao conforto térmico com base no Índice de Temperatura e Umidade, o Índice

de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU; Rosenberg et al. (1983), sugeriram o Índice de Temperatura Baixa e Vento – ITBV e, a partir de estudos em câmaras climáticas, Baêta (1985) propôs o Índice de Temperatura Equivalente, para gado de leite. Umas relações sucintas dos índices são apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6: Pressupostos teóricos e seus respectivos índices ambientais

Autores	Formula matemática	Descrição das Variáveis
McArdle (1947)	$P4SR = B4SR + 0,25$	P4SR = estimativa da taxa de suor B4SR = taxa básica de suor em 4 horas, L
Belding & Hatch (1955)	$HSI=100 (E_{req}/E_{max})$	HSI = índice de estresse calórico E_{req} = fluxo de calor requerido, $W\ m^{-2}$ E_{max} = fluxo de calor máximo, $W\ m^{-2}$
Hevener (1959)	$H = t + (e - 2)$	H = índice de umidade t = temperatura do ar, °F e = pressão de vapor, mb.
Thom (1959)	$ITU = 0,72(tb + tbu) + 40,6$	ITU = índice de temperatura e umidade tb = temperatura de bulbo seco, °C tbu = temperatura de bulbo úmido, °C
Steadman (1979)	$ITE = -42,379 + 2,04901523\ t + 10,14333127\ r - 0,22475541\ tr - 6,83783 \times 10^{-3}\ t^2 - 5,481717 \times 10^{-2}\ r^2 + 1,22874 \times 10^{-3}\ t^2\ r + 8,5282 \times 10^{-4}\ tr^2 - 1,99 \times 10^{-6}\ t^2\ r^2$	ITE = índice de temperatura aparente t = temperatura de bulbo seco, °C r = umidade relativa, %
Buffington et al. (1981)	$ITGU = t_{gn} + 0,36\ t_{po} + 41,5$	ITGU = índice de temperatura de globo e umidade t_{gn} = temperatura de globo negro, °C t_{po} = temperatura ponto de orvalho, °C
Rosenberg et al. (1983)	$ITBV = 31,68738 - 4,284707 \times 10^{-2}Q - 1,051564 \times 10^{-6}Q^2$	ITBV = índice de temperatura baixa $Q = (10,45 + 10v^{0,5} - t_a)(33 - t_a)$ t_a = temperatura do ar, °C v = velocidade do ar, ms^{-1}
Baêta (1985)	$ITE = 27,88 - 0,456\ t + 0,0100754\ t^2 - 0,4905\ ur + 0,00088\ ur^2 + 1,1507\ v - 0,126447\ v^2 + 0,019876\ tv - 0,046313\ tv$	ITE = índice de temperatura equivalente T = temperatura, °C ur = umidade relativa, % v = velocidade do ar, $m\ s^{-1}$

Fonte: Adaptado de Medeiros et al. (2005)

Normalmente, os índices de conforto térmico consideram os parâmetros ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa seja para seres humanos e animais (SILVA, 2001).

Outrora, Nascimento et al. (2011), citam que os índices mais empregados até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal foi o ITU e na década de 90, passou-se a utilizar o ITGU. Esses em especial, ainda são muito usados para prever a qualidade de um ambiente térmico, principalmente para aves, entretanto com baixa sensibilidade, uma vez que no seu desenvolvimento não se levou em conta a resposta animal.

2.7.1 Índice de Temperatura e Umidade

Apesar de existirem índices de conforto térmico mais completo que o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), esse tem sido muito utilizado por envolver apenas informações meteorológicas normalmente disponíveis em estações meteorológicas e em bancos de dados obtidos a partir de imagens de satélite (OLIVEIRA et al., 2006).

O índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1959), visando a definir zonas de conforto térmico para pessoas, foi posteriormente usado para avaliar o conforto térmico de pessoas e animais, a exemplo de aves, conforme (Eq. 1).

$$ITU = tbs + 0,36 tpo + 41,5 \quad \text{Equação 1} \quad (1)$$

Com base nos estudos sobre conforto térmico desenvolvidos por Olgyay (1963 e 1968), Rivero (1986), Esmay e Dixon (1986) e Lamberts et al. (1997) e dos parâmetros mencionados, foram definidas as seguintes zonas de conforto e desconforto térmico para trabalhadores de granjas:

- a) $ITU < 74$: conforto térmico adequado;
- b) $74 \leq ITU < 79$: ambiente quente, no qual se inicia o desconforto térmico, podendo causar problemas de saúde e redução no rendimento do trabalhador rural;
- c) $79 \leq ITU < 84$: condições ambientais muito quentes, indicando perigo e podendo trazer consequências graves à saúde do trabalhador rural, e

- d) $ITU > 84$: indica condição extremamente quente, com risco muito grave à saúde do trabalhador rural.

Em decorrência desses avanços, Thom (1959), Du Preez et al. (1990) e Hubbard et al. (1999) sistematizaram novos conceitos científicos e determinaram que para animais, tais como, aves, bovinos e suínos, os intervalos de ITU passaram a serem considerados de:

- a) $79 \leq ITU < 84$: implica condição de perigo para os animais, indicando aos produtores a necessidade de se tomarem precauções para evitar perdas na produção, e
- b) $ITU > 84$: indica situação de emergência, sendo necessário que providências urgentes sejam tomadas para evitar a perda do plantel e/ou produção.

Para os animais, não foram feitas classificação com relação às zonas de conforto e início de desconforto, por ser variável entre as espécies. Para frangos, os intervalos de ITU são idênticos aos usados para humanos (THOM, 1959).

2.8 Bioclimatologia

2.8.1 Cartas Bioclimáticas

Segundo Bogo et al. (1994), as escalas de conforto térmico podem ser semânticas ou numéricas, montadas em termos de sensações subjetivas graduadas por conforto e desconforto térmico, relacionando-se tais graduações com os parâmetros físicos de estímulo. Para Santos (2008) com base nos índices, estabelecem-se as zonas de conforto térmico delimitadas graficamente sobre diversos tipos de monogramas ou através de cartas e diagramas que limitam os parâmetros físicos e definem o domínio no qual se estabelecem as ditas zonas de conforto térmico.

Segundo os mesmos autores com base nas zonas de conforto térmico e elementos de previsão de comportamento térmico das edificações, são definidas as Cartas Bioclimáticas, onde se associam três informações:

- a) O comportamento climático do entorno;
- b) A previsão de estratégias indicadas para a correção desse comportamento climático por meio do desempenho esperado na edificação;
- c) A zona de conforto térmico.

Com exceção de Olgyay de 1963 as outras cartas bioclimáticas montam-se sobre uma carta psicrométrica.

Santos (2008) cita ainda que os métodos conhecidos como cartas bioclimáticas foram aplicados por:

- a) Olgyay – 1963 e 1968;
- b) Givoni – 1969;
- c) Givoni e Milne – 1979;
- d) Gonzalez – 1986;
- e) Givoni – 1992;
- f) Zonas de Conforto da ASHRAE – 1974, 1985, 1992 e 2004;
- g) Szokolay – 1987
- h) Watson e Labs – 1983.

2.8.1.1 Método de Givoni

Segundo Xavier (1999), a carta bioclimática para edifício, “Building Bioclimatic Chart” (BBCC), foi desenvolvida por Givoni no ano de 1969, para corrigir as limitações do diagrama bioclimático idealizado por Olgyay conforme Givoni (1992), sendo que a principal diferença entre os dois sistemas é que o diagrama de Olgyay de 1963 é desenhado entre dois eixos, em que o eixo vertical é o das temperaturas (secas) e o eixo horizontal o das umidades relativas; enquanto que a carta de Givoni (BBCC) é traçada sobre uma carta psicrométrica convencional.

Beraldo (2006) argumenta que a carta bioclimática, concebida por Givoni em 1969, que é construída sobre o diagrama psicrométrico apresenta nove diferentes zonas relacionadas com diferentes estratégias de atuação construtivas para a adequação da arquitetura ao clima: zona de conforto, zona de ventilação, de resfriamento evaporativo, de massa térmica para resfriamento, de ar condicionado, de umidificação, de massa térmica para aquecimento, de aquecimento solar passivo e aquecimento artificial.

Na carta de Givoni (1992) os limites originais de conforto foram determinados com base em pesquisas realizadas nos Estados Unidos, Europa e Israel. Entretanto, considerando estudos realizados em países quentes e o fato das pessoas que moram em países em desenvolvimento com clima quente e úmido aceitarem limites máximos superiores de temperatura e umidade, são sugeridos a expansão desses limites para a aplicação em tais regiões.

Desta forma, os limites para a zona de conforto térmico de países com clima quente e em desenvolvimento são: no verão em situação de umidade baixa, a variação de temperatura pode ser de 25°C a 29°C, e em umidade alta de 25°C a 26°C Santos (2008), podendo chegar a 32°C com ventilação de 2,0 m/s; no inverno, os limites são de 18°C a 25°C; com relação a umidade, os limites são de 4,0 g/kg a 17,0 g/kg e 80% de umidade relativa (OLIVEIRA, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na cidade de Barra do Bugres – MT, situada a aproximadamente 160 km da capital Cuiabá-MT. Conforme IBGE (2002), o município possui uma extensão de área de 7.228,90 km² e a altitude da sede é de 171m (Fig. 2). O clima de acordo com a classificação de Köppen-Geiger é do tipo Aw (clima tropical), com temperatura média anual do ar de 25,7°C e pluviosidade média anual de 1568 mm. Embora apresente muito menos pluviosidade no inverno que no verão (MARTINS, 2011).

A atividade econômica principal do município é o cultivo da cana-de-açúcar e pecuária. Sobre seus limites geográficos, abriga o Projeto de Assentamento Antônio Conselheiro, sendo este o maior assentamento da América Latina em termos de extensão territorial. Além disso, apresenta 02 Assentamentos do INCRA, 02 Projeto do Crédito Fundiário, 06 Comunidades Tradicionais Quilombolas, 01 Terra indígena com 06 Aldeias, 01 Colônia de Pescadores, 03 Comunidades de Agricultores Tradicionais, além de vários agricultores sitiantes próximos a cidade.

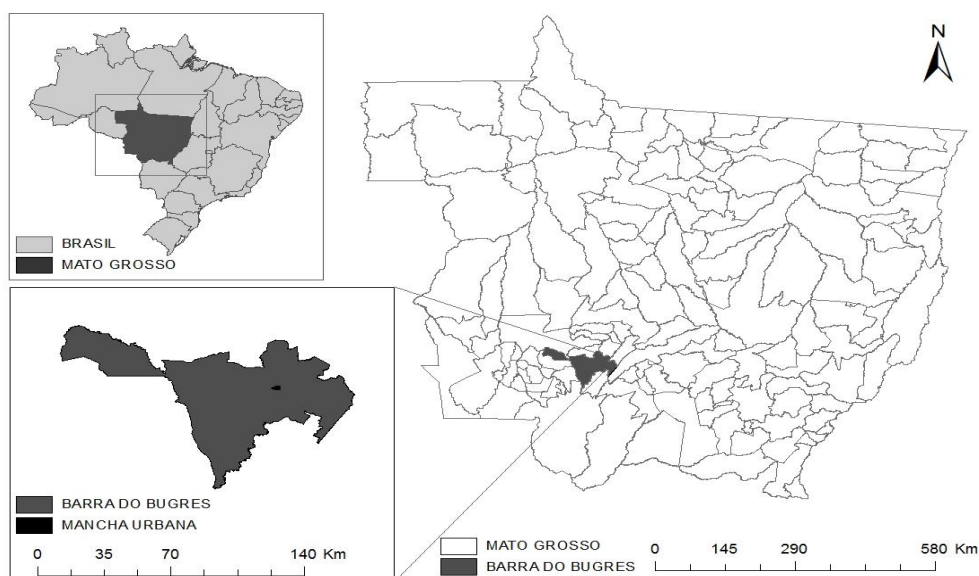


Figura 2: Mapa de localização geográfica e mancha urbana do município de Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil

Delimitou-se a pesquisa com frangos de corte da raça colonial (*Gallus gallus domesticus*) a partir do estudo em duas propriedades avícolas comerciais diferentes, por domínio do Sr. (G) e a outra, do Sr. (S). Ambas estão localizadas no mesmo município, especificamente no Assentamento do Crédito Fundiário João e Maria – ASPROJAMA, Mato Grosso, conforme ilustra a Fig. 3.

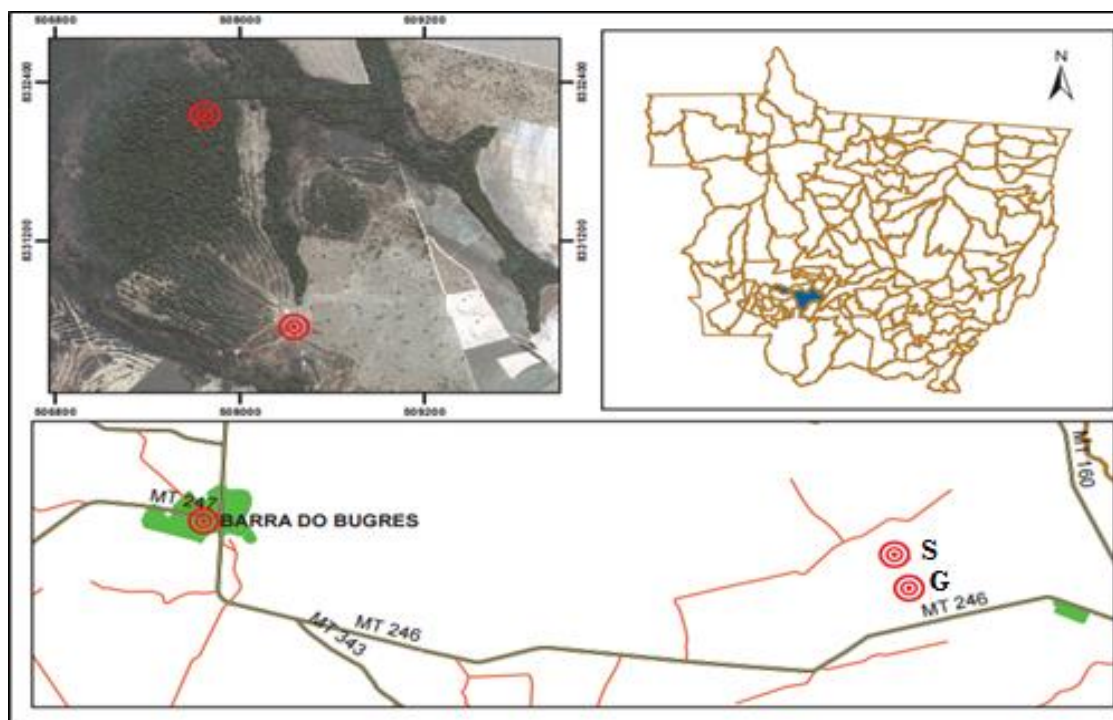


Figura 3: Mapa de localização do município de Barra do Bugres, Mato Grosso e dos aviários (S) e (G)

Além de representar a localização de ambos os aviários, traz informações importantes como suas distâncias a cidade de Barra do Bugres, que fica entorno de aproximadamente 40 km, enfatizando que o caminho de melhor acesso é feito pela MT 246, que liga sentido a capital Cuiabá-MT.

No experimento foram utilizados dois aviários com tipologias e dimensões construtivas diferentes (Fig. 4), sendo (G) com latitude de 15° 06' Sul, longitudes 56° 55' W e altitude de 196 m e aviário (S) a uma latitude de 15° 05' Sul, longitudes 56° 55' W e altitude de 204 m.

Os dois aviários escolhidos possuem as mesmas orientações cartográficas (Leste-Oeste). Embora também situados em núcleos de criação diferentes, estão a mais de 100 m entre si.

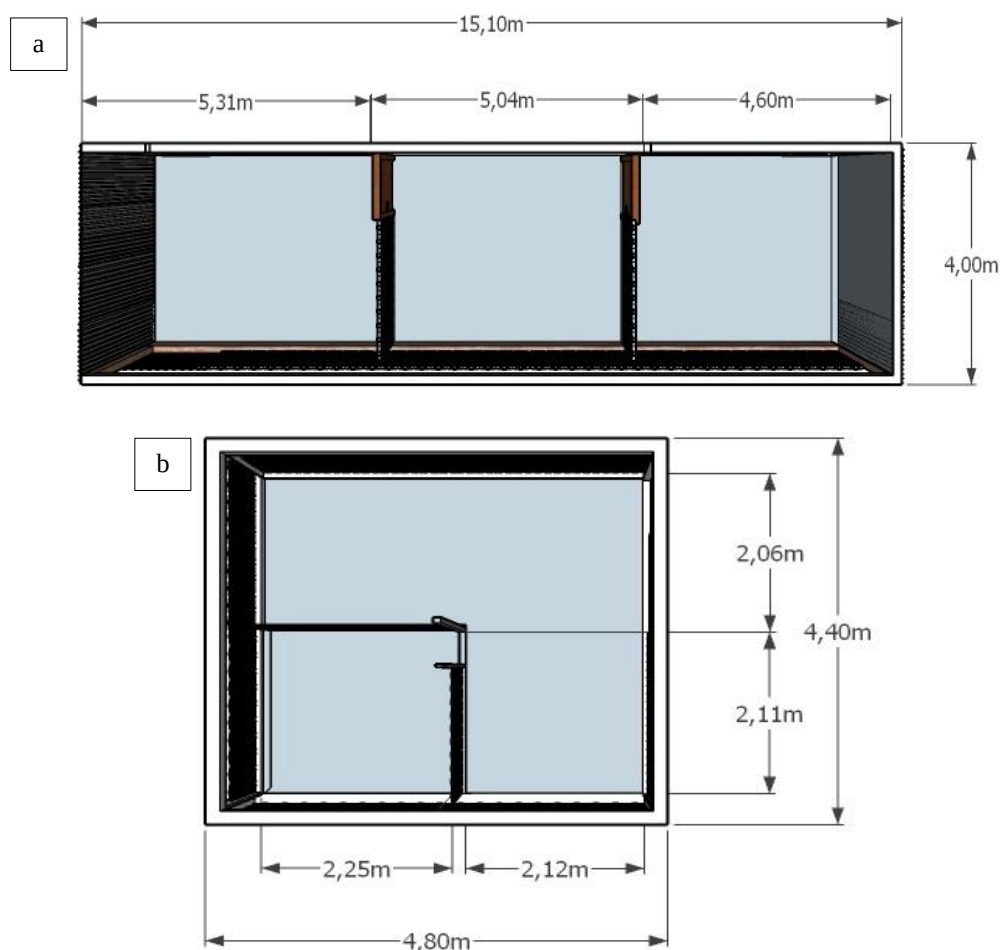


Figura 4: Dimensões construtivas dos aviários em estudo, sendo: a) aviário (G) e b) aviário (S), respectivamente

A Fig. 4 representa as dimensões da construção de ambos os aviários, possibilitando evidenciar suas diferenças sobre os aspectos de algumas variáveis, tais como, tamanhos, divisões dos espaços internos, alturas, larguras e comprimentos. Segundo Albino et al. (2009) é preciso levar em consideração que para cálculo da área de alojamento de aviários de pequeno porte, deve-se utilizar a relação constante entre capacidade de aves no aviário com o comprimento (m), largura (m), pé direito (m) e sua área total (m²), obtendo um resultado aproximado do ideal.

3.1.1 Descrição qualitativa do ambiente e das tipologias dos aviários

Para caracterização do ambiente e dos tipos de materiais construtivos dos aviários, propôs-se o uso da técnica conhecida como fotoetnografia, através da observação *in loco* e interpretação de fotografias. Menciona-se que a Etnografia estuda os grupos da

sociedade, suas características antropológicas, ambientais, sociais e culturais. Quando a fotografia é utilizada como instrumento principal na realização de um trabalho científico está se torna uma fotoetnografia (ACHUTTI, 2004). A fotografia etnográfica pode estar inserida em trabalhos científicos, exposições ou diversos tipos de publicação (BONI et al. 2007).

Andrade (2002) comenta que em suas pesquisas a captação da imagem não se limita aos documentos que ele mesmo produz por ocasião de sua presença no campo: pode também aplicar-se à análise das imagens produzidas por outros, de forma a analisá-las descritivamente. Neste caso, o fotógrafo tem suas imagens analisadas por um pesquisador. Ainda, Collier Junior (1973) cita que uma vantagem pelo uso da fotografia é a possibilidade de análise das imagens para perceber detalhes de uma cena, que podem evitar a necessidade do pesquisador voltar a campo ou mesmo que ele perceba informações que não poderiam ter sido capturadas em forma de entrevista ou que não foram anotadas.

Analizando as imagens que foram capturadas enquanto realizadas as visitas *in loco* para coleta de dados, torna-se possível caracterizar o ambiente natural e as tipologias dos aviários estudados como:

- a) Na propriedade onde se localiza o aviário (G) é possível encontrar algumas espécies vegetais, como pequenos arbustos e árvores frutíferas próximas e ao redor do local de coleta (Fig. 5).





Figura 5: Caracterização das principais espécies vegetais próximas e ao redor do local de coleta, sendo: a) graminhas e pequenos arbustos; b) árvores das espécies ingá (*Inga edulis*) e c) cajueiro (*Anacardium occidentale*) e limoeiro (*Citrus limon*)

- b) Composto por materiais construtivos usuais e alguns alternativos, o aviário (G) é detalhado pelo uso de madeiras e telhas de zinco em sua parte frontal, telhas de amianto em sua cobertura superior, cortinas e reuso de sacos do tipo tecido para vedação lateral externa, pilares de sustentação sobre troncos de árvores da região, muretas de barramento feitas com tijolos de cerâmica e um sistema de aquecimento interno com materiais alternativos (Fig. 6).





Figura 6: Caracterização dos tipos de materiais e construção do aviário, sendo a) telhas de zinco; b) sacos de tecidos; c) pilares de madeira lado direito; d) pilares de madeira lado esquerdo; e) mureta de tijolo cerâmica; f) telhas de zinco para aquecimento interno e g) vista interna completa

- c) Na propriedade onde localiza-se o aviário (S) há uma predominância também de espécies vegetais frutíferas típicas do bioma cerrado. Em um detalhamento sucinto, é possível considerar árvores nativas do tipo bananeiras (*Musa*), limoeiros (*Citrus limon*), bem como também mamoeiros (*Carica papaya*) (Fig. 7).



Figura 7: Exposição de espécies vegetais nativas predominantes que estão próximas e ao redor do aviário (S), sendo a) bananeiras (*Musa*); b) limoeiros (*Citrus limon*) e c) mamoeiros (*Carica papaya*)

- d) Atribuída a uma construção sem orientações a que se prediz ao deslocamento do sol ao longo do dia (ALMEIDA et al., 2011), de forma experiencial o aviário (S) exibe um modelo pouco usual e com tipos de materiais construtivos comuns sob o cenário da construção civil, apresentando telhas de amianto em sua cobertura superior, cortinas e reuso de lona do tipo plástica para vedação lateral e posterior externas, pilares de sustentação e muretas de barramento sobre troncos de árvores nativas da região (Fig. 8).



Figura 8: Caracterização dos tipos de materiais e construção do aviário (S), sendo a) lona do tipo plástico de cor preta; b) pilares de madeira de árvores da região; c) vista interna; d) lona plástica de cor amarela; e) vista posterior; f) mureta de madeira parte externa e g) divisão internas por madeira de árvores nativas da região

3.2 Materiais

3.2.1 Instrumentos de medições

A metodologia para a coleta dessas variáveis supracitadas consistiu-se por meio de dois pontos pré-estabelecidos com diferentes tipologias construtivas em uma área rural. Os dados foram coletados usando dois equipamentos emparelhados, fixados no centro de cada aviário, um ao lado do outro (Fig. 9), sendo um, uma estação meteorológica portátil, da marca Kestrel, modelo 4500 (Fig. 10) com sensor de umidade de $\pm 3\%$ operando em intervalo de 0 a 100%, e o sensor de temperatura tem precisão de $1^\circ\text{C} / 1,8^\circ\text{F}$ (-29 a $70^\circ\text{C} / -20$ a 158°F), e o outro, correspondendo a uma plataforma micro controlada arduino, designado durante o experimento de estação LaMALogger Móvel (Fig. 11),

reconstruída fisicamente a semelhança a usada por Abdala (2015), que buscou desenvolver um módulo de interface de coleta de dados utilizando Arduino UNO e uma *Shield Wifi*, aplicando-o em um parque urbano na cidade de Cuiabá-MT.

A precisão do sensor RHT 03 usado na estação LaMALogger Móvel e que possibilitou aferir temperatura do ar e umidade relativa do ar é de $\pm 2\%$ operando em intervalo para umidade relativa do ar de (0-100%) e $\pm 5\%$ e operando com em intervalo para temperatura do ar de (-40 a 80°C), respectivamente.

A calibração desse sensor RHT 03 fez-se por meio de acurácia ao sensor da estação Kestrel. Foram atribuídos alguns testes estatísticos como regressão linear, usando o programa SigmaPlot versão 11.0, que resultou uma equação de calibração para os dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

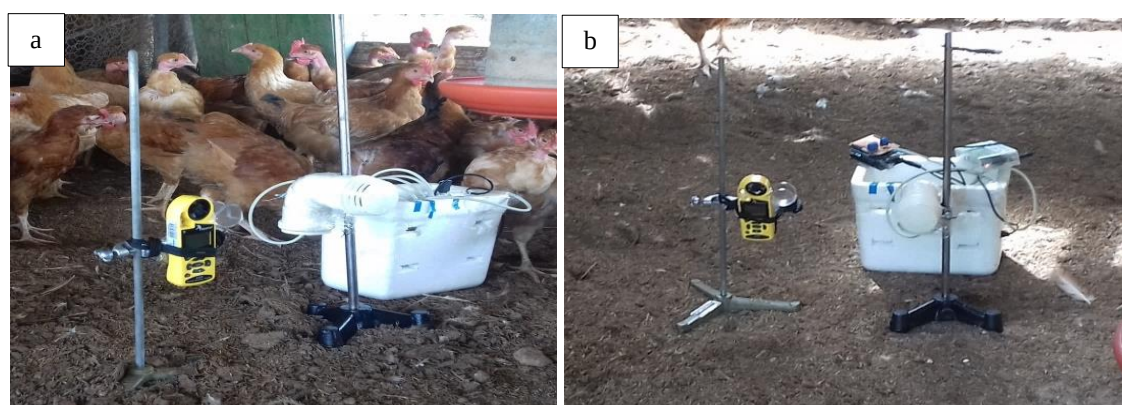


Figura 9: Ponto de fixação e método escolhido para uso dos transecto móveis, sendo a) aviário (G) e b) aviário (S)

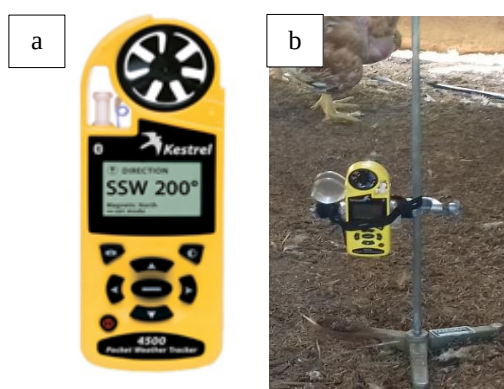


Figura 10: Estação meteorológica portátil, sendo (a) representação do modelo Kestrel 4500 e (b) fixação no tripé de segurança

Fonte: Adaptado de Abdala, 2015

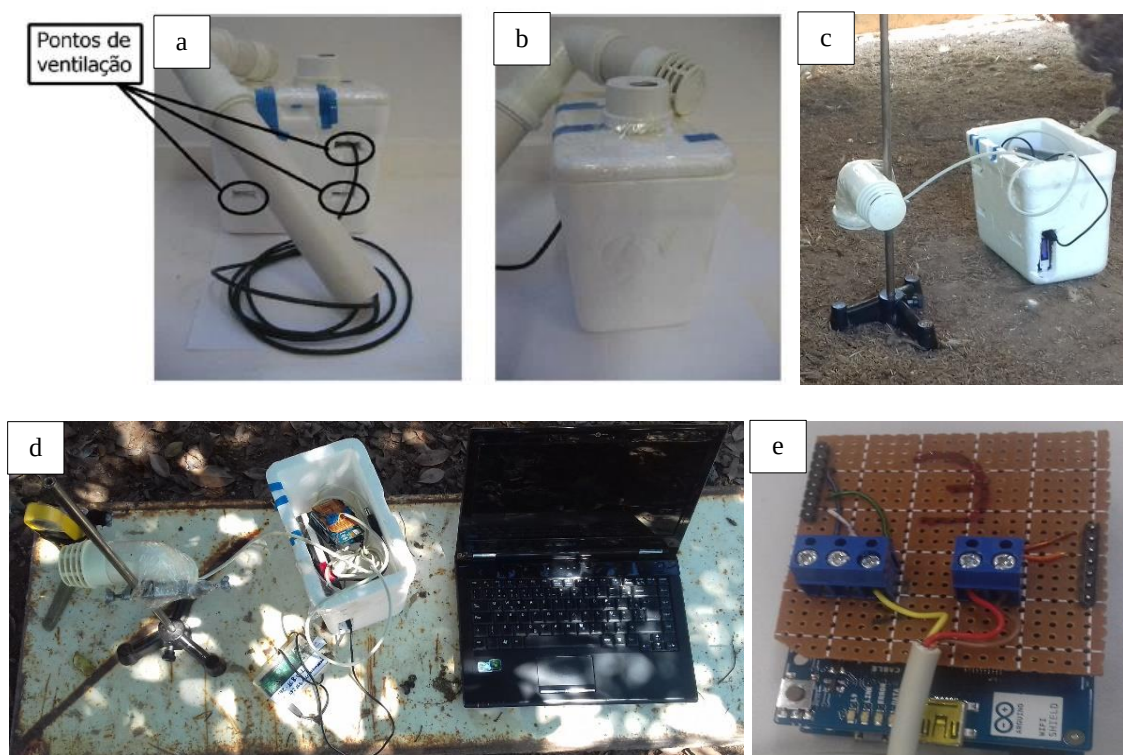


Figura 11: Estação LaMALogger Móvel, sendo: a) visão frontal e descrição dos pontos de ventilação, b) visão lateral, c) fixação no tripé de segurança, d) programação e correção da data, dia e horários do arduino via sistema putty e e) arduino UNO

Fonte: Adaptado de Abdala, 2015

3.3 Método

3.3.1 Caracterização do macroclima da região

A caracterização macrometeorológica foi feita nesta pesquisa com o objetivo de descrever o comportamento do clima da região e seu desempenho entre os meses de abril do ano de 2015 a novembro do ano de 2016, período que engloba a realização das medições. As variáveis consideradas foram: precipitação (mm), temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%).

Os dados para realização da caracterização foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o qual possui uma estação meteorológica no município de Diamantino-MT, desde 1970, localizada nas coordenadas 14° 24' S 56° 27' W e altitude de 286,3 m, estando a 135 km de distância e sendo a mais próxima da região de estudo. Os dados foram submetidos a um teste de normalidade modelo de Kolmogorov-Smirnov, usando o programa de modelagem Minitab versão 16..

Posteriormente, com o uso do programa SigmaPlot versão 11.0 foi construído um gráfico demonstrando o comportamento das variáveis ao longo dos meses analisados.

3.3.2 Caracterização do microclima dos aviários

A caracterização do microclima dos aviários no qual estão inseridos os frangos de corte fez-se por meio da análise de temperatura do ar e umidade relativa do ar de cada ambiente – aviário (G) e aviário (S), avaliando seu comportamento térmico. Os resultados estão apresentados em formato de gráficos e figuras com o desempenho de cada variável por aviário, dia de coleta e estação predominante, construídos a partir do programa SigmaPlot versão 11.0.

3.3.3 Critérios de escolha do lócus e indivíduos

A atividade avícola desenvolvida no município tem fator impactante direto na arrecadação econômica e pouco desses recursos são pensados como créditos, visando o desenvolvimento do/no campo. Esse produto juntamente com outras produções de bens agropecuários somou um montante de aproximadamente 167.231,00 mil reais (IBGE, 2013) auferidos no PIB, conforme apresentado na (Fig. 12).

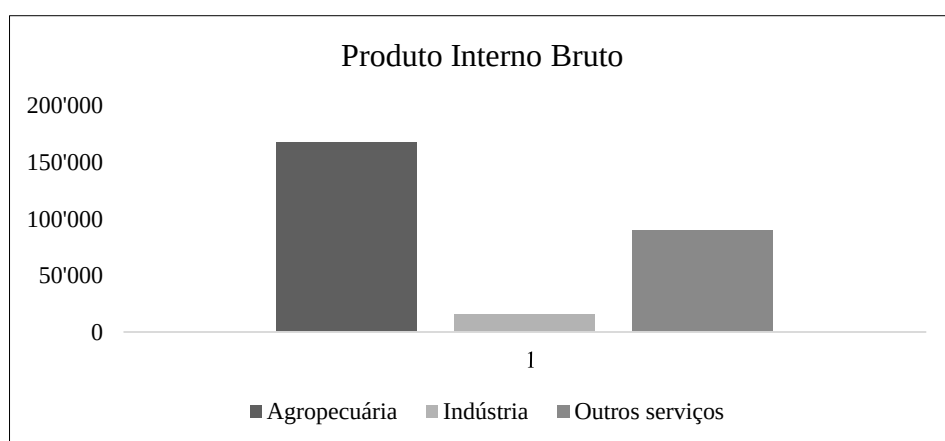


Figura 12: Contribuição monetária dos principais setores produtivos do município de Barra do Bugres ao PIB

Fonte: IBGE (2013)

Para o Ministério do Desenvolvimento Agrário (2013) os municípios circunvizinhos a Barra do Bugres-MT, possuem potenciais produtivos agrícolas elevados, substanciado pelos investimentos econômicos em insumos agrícolas, como máquinas e

equipamentos, destinados para atender as necessidades agrárias de pequenos agricultores rurais, no auxílio de suas produções de caráter primárias.

Para o aprimoramento da discussão é apresentado o censo agropecuário do município de Barra do Bugres-MT (Fig. 13), referente ao ano de 2006, da produção de aves em números de cabeças (mil).

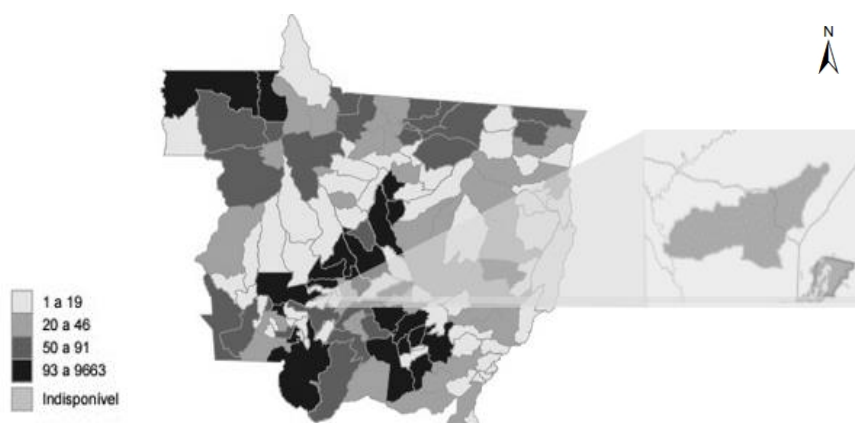


Figura 13: Número de cabeças de galinhas a partir do censo agropecuário de 2006 no município de Barra do Bugres - MT

Fonte: IBGE, 2015

Empenhados em discutir esses assuntos em função de melhorias na cadeia avícola, a Embrapa Suínos e Aves, referência nacional em desenvolvimento de pesquisas para frangos de corte, passou a despertar o interesse de outros pressupostos nesta linha. A exemplo, tem-se que o material bibliográfico produzido por Albino et al. (2009) levou em compensação algumas abordagens da constituída pela Embrapa, onde propuseram um modelo a ser aplicado a esses pequenos produtores rurais, que neste caso específico, demandavam pouco espaço em suas propriedades, recursos naturais e conhecimentos técnicos. As orientações contidas neste documento foram construídas e alinhadas a partir de conversações, fundamentadas pelo viés da extensão e trocas de experiências, se assemelhando aos aviários selecionados para esta parte do experimento.

Consequente, menciona que o perfil das estruturas aviária na região é caracterizada como sendo tradicional, sem muitas adaptações e com poucos recursos tecnológicos, construídos a partir de um modelo que levou apenas em consideração o conhecimento popular e experiencial.

Sobretudo, a maioria das estruturas observadas nas propriedades rurais, apresentam ser construídas com recursos naturais da própria região, sobressaindo a

otimização de elementos como madeiras de árvores locais para cercamento, palhas de coqueiros para cobertura, dentre outros.

No que tange a discorrer sobre os materiais construtivos das edificações, observa-se que estes são usualmente comuns, como por exemplo, uso de telhas de amianto para cobertura, madeiras com a funcionalidade para isolamento térmico e proteção nas laterais, sobreposta uma abaixo de outra para facilidade de fluxo de ar, piso de chão batido, cercamento com tela galvanizada e permanência de árvores nativas circunvizinhas ao aviário, de espécies não frutíferas, possibilitando sombreamento.

As tipologias de aviários na maior parte das propriedades rurais não detêm de um padrão. Suas construções foram de certa forma aferidas a partir de uma emergência, na visão do pensar e agir somente em virtude da produção.

De fato, muitos desses aviários apresentam como sendo apenas um local, lugar e ou ambiente onde os frangos devem ser presos para engorda, ou seja, contextualiza-se como sendo um espaço que precisou ser cercado e complementado com uma cobertura para proteção.

Seguindo esta mesma linha de raciocínio, para delimitar e selecionar um protótipo (aviário) foi utilizado alguns critérios de abordagens, que se depararam nesta circunstância como sendo obrigatórios para tomada de decisão, sendo eles:

- a) Pertencer ao bioma cerrado.
- b) Por ser o local mais próximo ao município, conseguindo, se distanciando de no mínimo 100 m de outra propriedade rural, que também desenvolva criação de frangos de corte.
- c) Ter a atividade avícola como contributiva direta na renda econômica familiar.
- d) Apresentar tipologias análogas aos descritos no documento disponibilizado por Albino et al. (2009).

3.3.4 Medição das variáveis micrometeorológicas por arduino

Para o presente estudo, foram feitas medições de temperatura do ar e umidade relativa do ar em diferentes períodos do ano de 2016. Foram estabelecidos dias com condições de tempo atmosférico ideal, ou seja, céu claro e ventos fracos (OKE, 1982) em todas as estações escolhidas (Tabela 7).

Tabela 7: Meses, dias e estação do ano correspondentes ao aferimento das variáveis meteorológicas pela plataforma microcontrolada e estação meteorológica portátil

Meses	Dias	Estação
Abril/2016	16, 17, 21 e 23	Quente-úmida
Outubro/2016	04, 05, 06 e 16	Quente-seca

Foi priorizado a coleta a campo *in loco* regular com pelo menos quatro dias para o mês em questão, correspondente a estação do período. Embora, argumenta-se que os poucos dias se justificam por alguns entraves, tais como, a distância da área de estudo à cidade (zona rural), a manutenção do equipamento (estação LaMALogger Móvel), o custo com materiais de consumo, bem como, período/tempo disponível para acesso ao lote produtivo de frangos antes de seu abate.

Segundo Marcuzzo (2014), a região onde se encontra a bacia do rio Paraguai apresenta dois períodos distintos em relação à precipitação. Um período seco, que vai de junho a agosto e um período úmido, de setembro a maio, sendo que se pode considerar os meses de setembro e maio como meses de transição entre os períodos.

Valeriano et al. (2012), em um estudo das relações entre a distribuição da precipitação e o relevo da bacia do alto Paraguai indicaram a existência de uma correlação positiva entre os níveis pluviométricos e a altitude na região do Pantanal e seu entorno, sobretudo nos períodos mais chuvosos. Porém, tal correlação não pôde ser aproveitada de imediato para o aprimoramento das técnicas de espacialização de dados de chuva.

3.3.5 Técnica de coleta de dados

A estação Kestrel e a LaMALogger Móvel foram ligadas sob mesmo horário, considerando a margem de segurança de 10 minutos de antecedência ao horário de início anotado, prestante a estabilização sem ocorrências de falhas técnicas, foram configurados para coletarem os dados a um intervalo a cada 10 segundos.

Optou-se por usar essa margem de tempo em referência a programação já efetivada na estação “LaMALogger Móvel” (Fig. 14), possibilitando somente, adaptar a estação portátil “Kestrel” ao mesmo intervalo de tempo proposto.

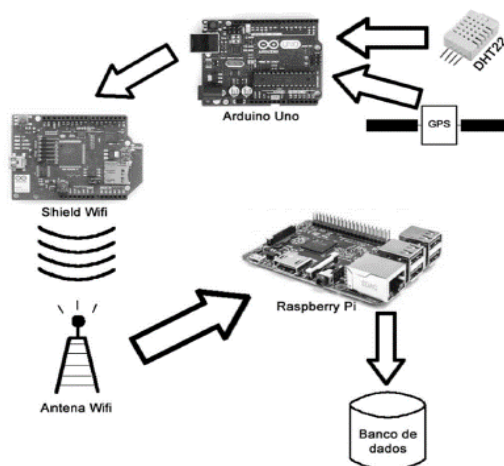


Figura 14: Ilustração do funcionamento da estação LaMALogger Móvel
Fonte: Adaptado de Abdala, 2015

A altura máxima sugerida perante a superfície do solo para instalação das estações levou-se em consideração a mesma abordagem de critérios estabelecidos para seres humanos, na qual adotou a média da altura de todos esses indivíduos para escalonamento de um valor numérico relativamente representativo, conforme estabelece a norma regulamentadora ASHRAE, descrita na ABNT NBR 16401-2:2008 e citada por (RUAS, 2002).

Seguindo o mesmo procedimento metodológico, utilizou-se a média gerada do tamanho, que proporcionou que as estações fossem instaladas a altura do bico das aves (20 cm), recomendado por (OKE, 1974) ao proceder a importância da menor distância da superfície para maior eficiência da qualidade dos dados captados, bem como também para melhor demonstração do ambiente a que os objetos estudados estão expostos (Fig. 15).

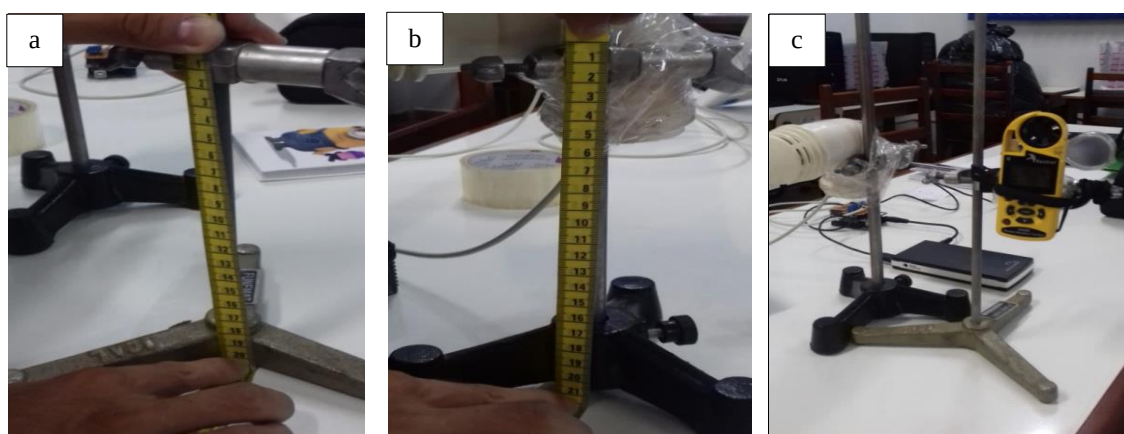


Figura 15: Medição da altura real (20 cm da superfície) onde foi fixada as estações, sendo a) tripé da estação Kestrel; b) tripé da estação LaMALogger Móvel e c) ambas fixadas sob a mesma altura

As variáveis meteorológicas foram registradas nos períodos matutino (entre 09h e 11h) e vespertino (entre 13h e 15h), atribuído um tempo de coleta de 25 minutos para cada aviário. Essa escolha temporal para coleta de dados foi sugerida seguindo a metodologia de WMO (World Meteorological Organization), que recomenda que as principais observações meteorológicas para um dia típico devem acontecer às 00h, 06h, 12h e 18h GMT (Greenwich Meridian Time), correspondendo às 20h, 02h, 08h e 14h, horário local (BARROS, 2012). Assim, com exceção do horário das 20h e 02h, esses foram os intervalos acolhidos para aferimentos das variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar.

De posse dos dados, fez-se alguns tratamentos estatísticos, tais como, a caracterização microclimática dos aviários através de uma análise estatística descritiva e a construção de gráficos por aviários usando o software de modelagem Sigmaplot versão 11.0.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentadas as análises dos resultados e discussões de todos os subsídios necessários às investigações do conforto térmico para crescimento da produção de frangos de corte colonial. As etapas foram assim organizadas:

- a) Caracterização macroclimática da região de estudo;
- b) Validação dos dados da estação LaMALogger Móvel por meio de teste estatísticos paramétricos e não-paramétricos;
- c) Caracterização do microclima dos aviários (G) e (S);
- d) Análise do desempenho térmico dos aviários pelo método de ITU;
- e) Apresentação de estratégias para melhorias do conforto térmico em aviários de frango de corte tipo colonial.

4.1 Caracterização macroclimática da região de estudo

Os resultados provenientes do teste paramétrico de normalidade pelo método de Kolmogorov-Smirnov evidenciaram rejeitar a hipótese nula (H_0), pois os valores estatísticos (P-Value) aferiram-se menores que o nível de significância (Tabela 8). Para Triola (1999) isso significa que a amostra não provém de uma distribuição normal e, por isso, deve-se usar um teste não paramétrico apropriado.

Tabela 8: Teste estatístico paramétrico pelo método de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%)

Variável climática	Média	Desvio Padrão	Estatística KS	P-value (<0,05)
Temperatura do ar (°C)	25,97	2,125	0,057	0,0019
Umidade relativa do ar (%)	81,29	7,700	0,101	0
Precipitação (mm)	3,791	10,45	0,365	0

Consequente, a partir da análise das variáveis climáticas da estação convencional da cidade de Diamantino-MT (Fig. 16), observou média dos dados de temperatura do ar de 25,97 °C, umidade relativa do ar de 81,29 % e precipitação pluviométrica de 3,79 mm, respectivamente.

Na média, o mês de setembro apresentou o maior valor de temperatura do ar com 28,22 °C. O menor valor de temperatura do ar foi no mês de jun/15 registrando média de 23,61 °C.

Analisando a variável climática umidade relativa do ar, verificou-se que na média, o mês de maior registro foi em jan/16 com 87,98 %, sendo a estação quente-úmida característica na região pelos altos índices de umidade (SANTOS, 2012). O menor valor médio apontado foi no mês de ago/15 registrando 69,45 %, respectivamente.

Outrora, para os ritmos de precipitação pluviométricos, foi possível observar que o mês que maior registrou uma precipitação média foi em mar/16 com 9,23 mm. Os menores valores médios registrados para essa variável foram no mês de ago/15 e jul/16 com registros de apenas 0,04 mm e 0,06 mm de chuvas.

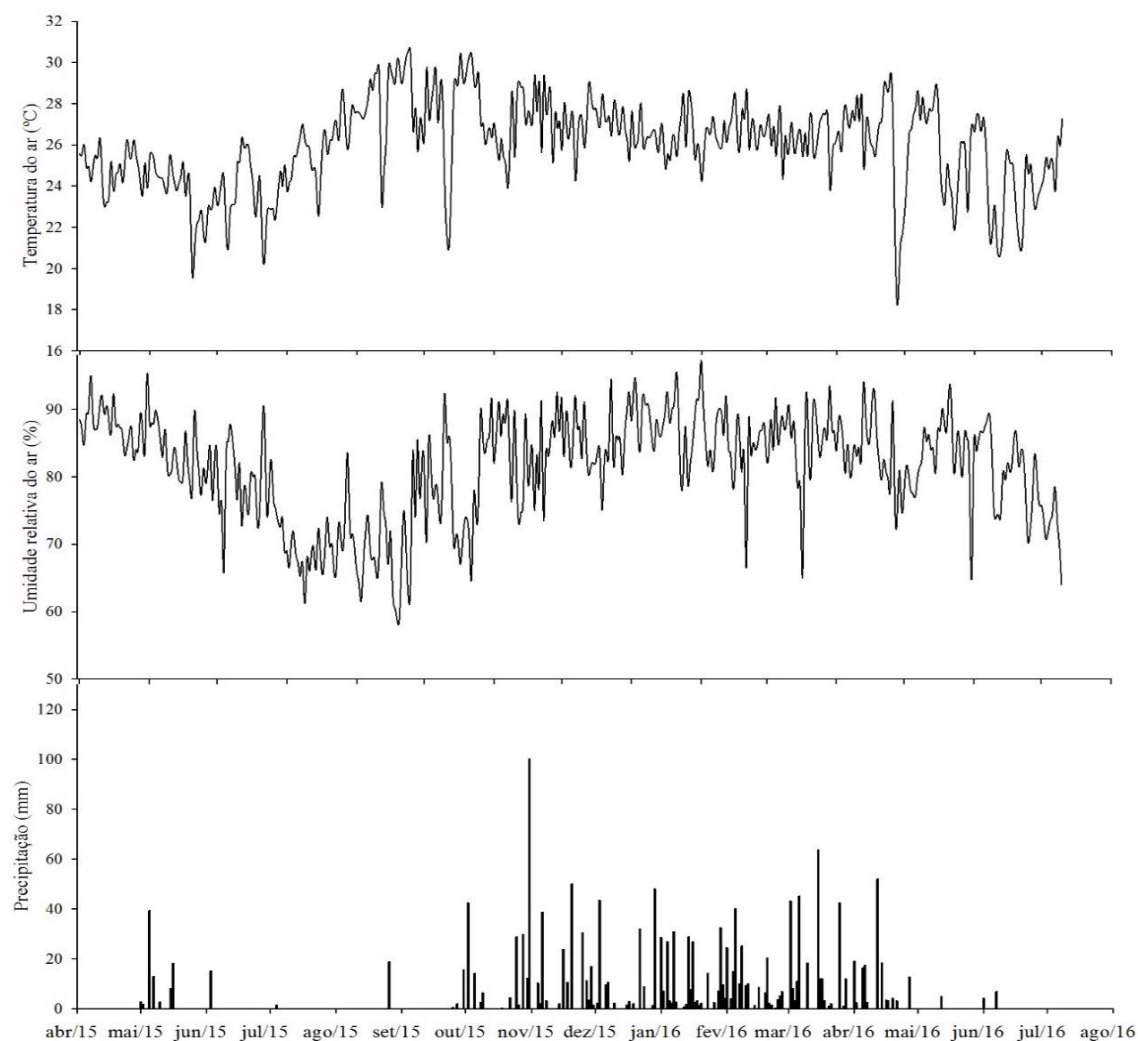


Figura 16: Médias diárias de temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação acumulada (mm), para o município de Diamantino-MT no período de 1 de abril de 2015 a julho de 2016

Observam-se ocorrências de quedas de temperatura do ar principalmente entre os meses de abril a agosto de 2015, quando ocorre na região o fenômeno de “friagem” com dias de baixa temperatura do ar. Segundo Novais et al. (2012) o período seco coincide com o período que o Hemisfério Sul recebe menos radiação solar, fazendo com que a energia disponível para o meio seja menor que os valores da estação quente-úmida.

Quanto a umidade relativa do ar, é possível verificar uma queda entre junho a setembro de 2015, o que para os mesmos meses deste ano, houve aumento da temperatura do ar, característico na região como período de transição entre a estação quente-úmido e quente-seco (SANTOS, 2012).

Percebeu-se também aumento da precipitação pluviométrica entre os meses de novembro de 2015 a abril de 2016. Para esta região pertencente ao bioma cerrado, é definido a ocorrência da transição do período quente-seco para quente-úmido. Moreira et al. (2010) apresentaram valores próximos aos dos anos em estudo para o município de Nova Maringá – MT, vizinho à Diamantino, em que quantificaram que os anos de El Niño apresentaram frequência maiores de precipitações diárias no período compreendido entre os meses de janeiro a março.

4.1.1 Validação dos dados da estação LaMALogger Móvel

Para validação dos dados da estação LaMALogger Móvel (arduino) foi atribuído primeiramente o teste estatístico paramétrico de Kolmogorov–Smirnov, o que permitiu compreender que esses dados também não seguem uma distribuição normal (Tabela 9).

Tabela 9: Teste estatístico paramétrico pelo método de Kolmogorov-Smirnov para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%)

Variável climática	Média	Desvio Padrão	Estatística KS	P-valor
Temperatura do ar (°C)	32,80	2,836	0,100	<0,010
Umidade relativa do ar (%)	53,40	10,03	0,123	<0,010

Ao observar os P-valor resultantes das duas variáveis em estudo, confirmou-se que os dados não acompanham a linha de tendência, com alguns pontos muito afastados dos restantes.

A partir dessa observação, realizou-se o teste estatístico não-parametro de Wilcoxon-Mann-Whitney (*teste W*) para amostras independentes, em que resultou em

uma diferença estatisticamente significativa de $p\text{-valor} < 0,001$ para ambas as variáveis, rejeitando a hipótese nula. Assim, tem-se evidências de que as amostras vem de populações que possuem medianas diferentes ao nível de significância de 5% (Tabela 10).

Tabela 10: Teste estatístico não paramétrico pelo método de Wilcoxon-Mann-Whitney para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%)

Estação de coleta dos dados	Mediana Temperatura do ar (°C)	Mediana Umidade relativa do ar (%)	P-valor
¹ Kestrel	33,80	55,50	<0,001
² LaMALogger	33,90	60,10	<0,001

¹Estação de referência. ²Estação construído para o estudo.

Ao confirmar as indagações manifestadas anteriormente pelo teste estatístico de Kolmogorov–Smirnov, proferiu-se então na calibração da estação LaMALogger Móvel a partir de uma equação de correlação, em que justificou o uso do coeficiente ρ de Spearman como mais apropriado.

O coeficiente ρ de Spearman varia entre -1 e 1. Quanto mais próximo estiver destes extremos, maior será a associação entre as variáveis (SPEARMAN, 1904). O sinal negativo da correlação significa que as variáveis variam em sentido contrário, isto é, as categorias mais elevadas de uma variável estão associadas a categorias mais baixas da outra variável.

O coeficiente de correlação é adimensional e situa-se no intervalo $-1 \leq \rho \leq 1$. Dancey e Reidy (2006) apontam uma classificação para os valores de ρ : $0,1 < \rho < 0,4$ (correlação fraca), $0,4 < \rho < 0,7$ (correlação moderada); $0,7 < \rho < 1$ (correlação forte). Portanto, a técnica de Spearman resultou em uma correlação linear negativa de 85%, demonstrando forte intensidade da associação (Fig. 17).

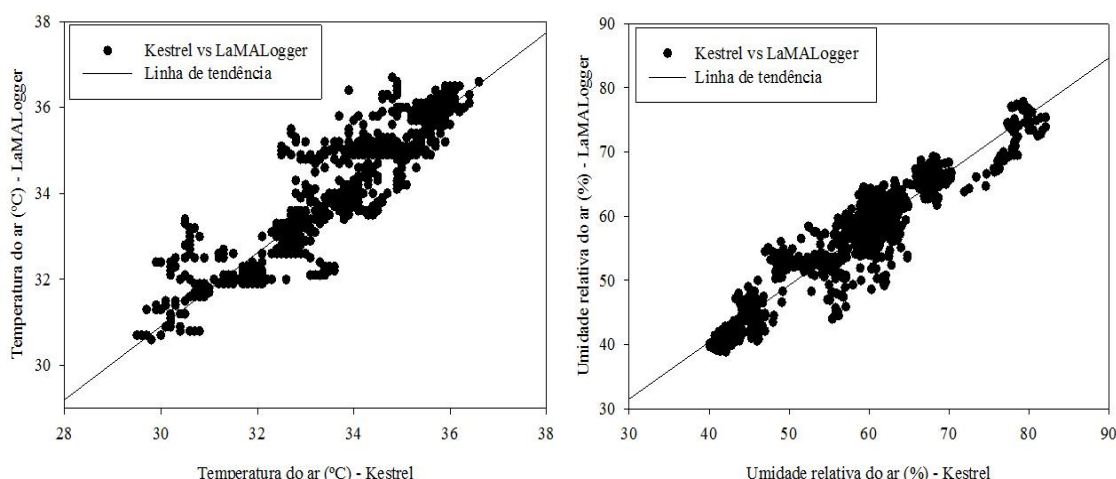


Figura 17: Dispersão de pontos sobre a linha de tendência para as variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) pareados entre as estações Kestrel e LaMAMóvel

Após verificar a existência de uma alta correlação entre as variáveis, prosseguiu-se em realizar uma regressão linear (Tabela 11) para cada uma dessas, resultando a jusante em sua aplicação com o objetivo de calibrar os dados, resultando a aproximação dos valores aos da estação Kestrel.

Para a variável temperatura do ar (°C) a equação de regressão resultou em um coeficiente de correlação de $R = 0,841$ explicado a partir de um modelo que apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 71%. Com a mesma pretensão e executando os mesmos procedimentos operacionais para a variável umidade relativa do ar (%), sua equação de regressão resultou em um coeficiente de correlação de $R = 0,954$ explicado a partir de um modelo que revelou um R^2 de 91%.

Tabela 11: Equações de regressão linear, coeficiente de correlação (R) e coeficiente de determinação (R^2) das variáveis temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) aplicada e resultante dos dados da estação LaMAMóvel

Variável Climática	Equação de regressão	R	R^2
Temperatura do ar (°C)	$LaMA = 6,517 + (0,820 * Kestrel)^1$	0,841	0,710
Umidade relativa do ar (%)	$LaMA = 5,027 + (0,885 * Kestrel)^2$	0,954	0,910

¹Equação de regressão linear para variável temperatura do ar, ²Equação de regressão linear para variável umidade relativa do ar, **R:** Coeficiente de correlação; **R^2** Coeficiente de determinação.

4.2 Caracterização do microclima dos aviários

A caracterização do microclima tanto do aviário (G) como (S) para a estação quente-úmida e quente-seca é apresentação na Fig. 18 a partir do comportamento das variáveis.

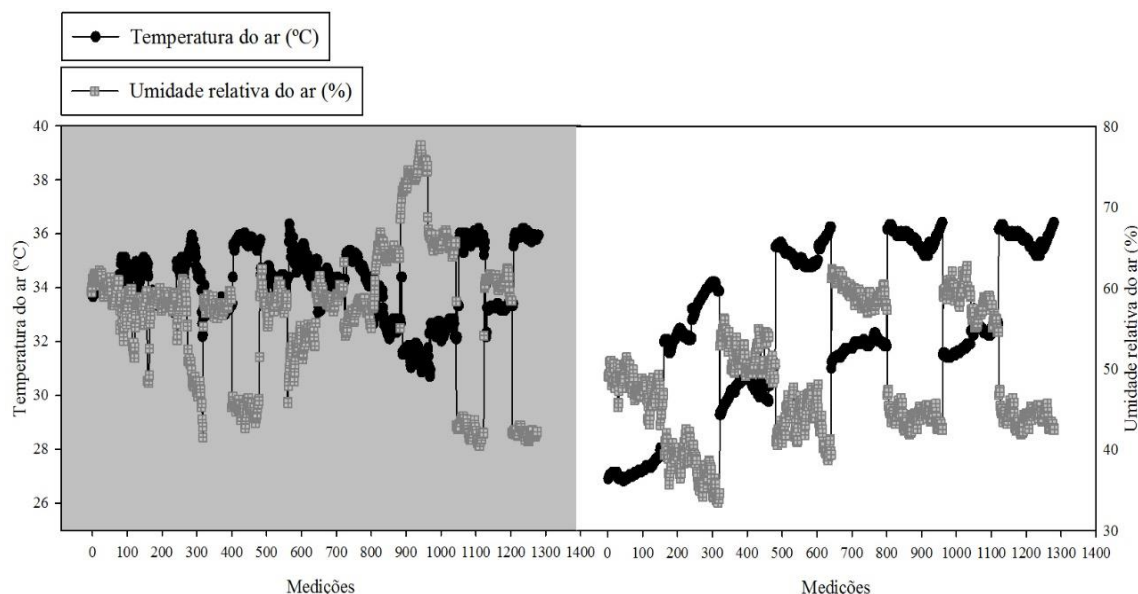


Figura 18: Comportamento da temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) plotados para o aviário (G) e (S) durante a estação quente-úmida de cor cinza e estação quente-seca de cor branca

Observou-se relação entre temperatura do ar e umidade relativa do ar, compreendendo que quando a temperatura do ar aumenta a umidade relativa do ar diminui, bem como, vice-versa. No período quente-úmido, a temperatura do ar máxima registrada foi de 36,3 °C e a temperatura do ar mínima registrada foi de 30,7 °C, com registros de umidade relativa do ar máxima de 77,6 % e mínima registrada de 40,5 %, respectivamente.

Para período quente-seco, a temperatura do ar máxima registrada foi de 36,4 °C e a temperatura do ar mínima registrada foi de 26,8 °C, com registros de umidade relativa do ar máxima de 62,4 % e mínima registrada de 33,5 %.

Consequente, foram feitas análises estatísticas descritivas de temperatura do ar e umidade relativa do ar por estações do ano, a partir dos dados captados pela estação LaMALogger Móvel nos aviários (Tabela 12).

Tabela 12: Estatística descritivas sobre os dados coletados de temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%) da estação LaMALogger Móvel na estação quente-úmida e quente-seca

Indicadores	Quente-úmida		Quente-seca	
	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)
Média	34,12	56,79	32,68	48,46
Desvio Padrão	1,24	8,30	2,85	7,32
Variância	1,60	69,04	8,132	53,60
Limite Inf.	34,05	56,34	32,53	48,06
Limite Sup.	34,19	57,25	32,84	48,87

Em apreciação aos resultados obtidos para estação quente-úmida, a temperatura do ar média foi de 34,12 °C com um desvio padrão de 1,24 °C. Sua variância foi de 1,60, prestante a considerar que os dados estão próximos da média, pois, quanto menor for a variância, mais próximos os valores estarão de sua média. Para a variável umidade relativa do ar, obteve-se como resultado uma média de 56,79 % com um desvio padrão de 8,30 %. Neste caso, feita a análise de variância, que resultou em 69,04 %.

Consequente, sobre os mesmos critérios de apreciação, para estação quente-seca, a temperatura do ar média foi de 32,68 °C com um desvio padrão de 2,85 °C. Sua variância foi de 8,132, que neste caso, considera-se também que os dados estão próximos de sua média. Por fim, para a variável umidade relativa do ar, obteve-se como resultado uma média de 48,46 % com um desvio padrão de 7,32 %. A priori, feita a análise de variância, que resultou em 53,60 %.

4.2.1 Comportamento da temperatura do ar

Para compreender o comportamento ou efeito direto da temperatura do ar dentro do aviário (G) e (S), foi preferível realizar a plotagem desses dados em relação ao número de medições/estações do ano (Fig. 19 e 20), analisando a relação existente entre essas variáveis, por dia e períodos matutinos e vespertinos, bem como suas médias e desvios padrão (Tabela 13 e 14).

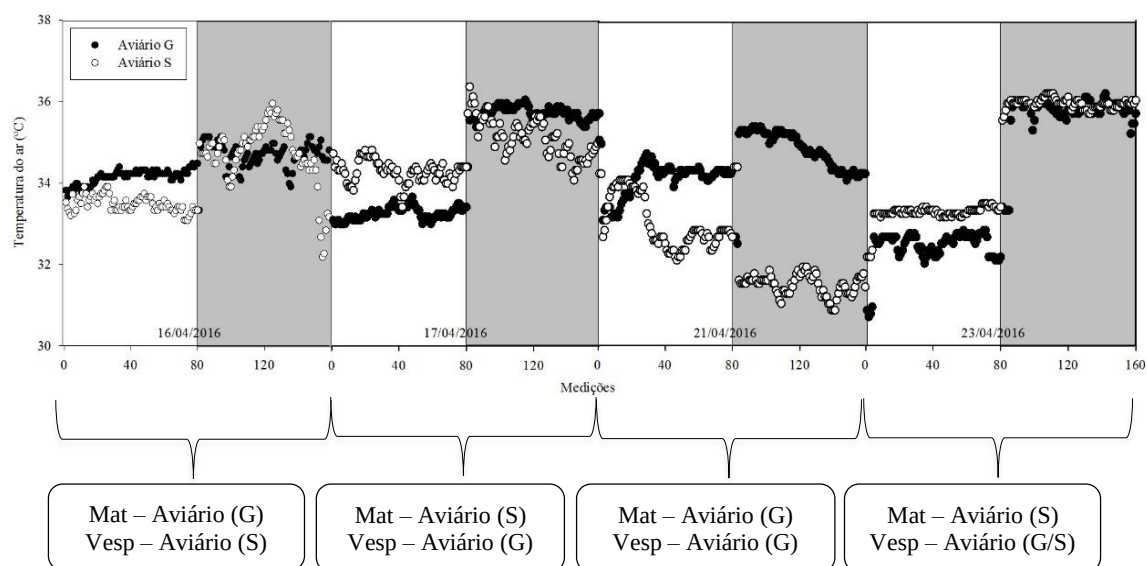


Figura 19: Temperatura do ar (°C) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-úmida

Observou-se que no dia 16 de abril durante o período matutino, o aviário (G) comportou-se com temperatura média do ar de 34,42 °C, e o aviário (S) com média de 34,09 °C. Logo, pelo período vespertino, houve uma diferença na temperatura do ar, em que se observou um início com dados muitos próximos uns aos outros e, o aviário (S) sistematiza um aumento de temperatura do ar, sobressaindo-se ao aviário (G) na condição térmica. Explica-se esse fenômeno ao mencionar que no aviário (S) durante o período vespertino é comum o trabalhador rural fazer um manejo no ambiente interno, elevando a lona de proteção que é feita por um material em PVC dupla face de cores escuras contra a exposição solar e/ou elementos climáticos, o que possivelmente pode ter sido a causa desse aumento.

No dia 17 de abril, pelo período matutino, houve um comportamento inverso ao dia anterior de coleta, em que no aviário (S) foram observados valores maiores de temperatura média do ar de 34,69 °C, e do aviário (G) de 34,48 °C. Entretanto, pelo período vespertino, o aviário (G) comportou-se termicamente inverso ao aviário (S).

Essa diferença pode ter sido provocada pela vegetação, que no caso do aviário (G) é constituída por poucas espécies ao seu entorno e ainda com característica de pequeno porte. Ainda, questiona-se também à possível interferência de alguns materiais construtivos, a exemplo das telhas de zinco, que são usadas neste aviário como sistema de aquecimento interno durante as primeiras semanas de crescimento dos frangos.

No dia 21 de abril, tanto o período matutino como vespertino tiveram comportamentos semelhantes, em que observou-se que no aviário (G) a temperatura média do ar que foi de 34,43 °C quantificou ser mais elevada durante o dia, pois no aviário (S) a temperatura média do ar foi de 32,21 °C. A variável temperatura do ar para o aviário (G) considera-se normal devido a alguns indicadores, tais como, o tamanho do aviário, por ser de maior proporção ao aviário (S), a arborização ao redor do aviário (S) ser formado por espécies de grande porte, o que ameniza a sensação térmica, a pouca ventilação para ambos, bem como também, o sentido, posição e altura que as estações foram instaladas internamente.

Por fim, no dia 23 de abril, observou-se que para o período matutino, o aviário (S) indicou temperatura média do ar de 34,60 °C, sendo estatisticamente muito próxima a do aviário (G) que foi em média 34,06 °C. Adiante, analisando o período vespertino, conclui-se que houve um comportamento semelhante da temperatura do ar para ambos os aviários.

Tabela 13: Médias e desvios da temperatura do ar (°C), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-úmida

Dias	AVIÁRIO (G)			AVIÁRIO (S)		
	Temperatura do ar (°C)			Temperatura do ar (°C)		
	Média	Desv. Padrão		Média	Desv. Padrão	
16/abr	34,42	± 0,38		34,09	± 0,83	
17/abr	34,48	± 1,25		34,69	± 0,57	
21/abr	34,43	± 0,61		32,21	± 0,95	
23/abr	34,06	± 1,72		34,60	± 1,37	

Analisando os parâmetros de média e desvio padrão da variável temperatura do ar prestante do aviário (G), sua maior média foi no dia 17 de abril com 34,48 °C e desvio padrão de 1,25 °C, sendo sua variabilidade de apenas 3% do valor da média.

Nota-se que o dia 23 de abril foi o que aclarou o menor valor médio de temperatura do ar com 34,06 °C e desvio padrão de 1,72 °C. Mesmo que apresentando a menor média dentre os dias analisados, comenta-se que os dados coletados não demonstram muitas diferenças, pois sua variabilidade foi de 5% do valor da média.

Dentre todos esses, o dia 21 de abril foi o que resultou menor variabilidade (1,7%) e o dia 23 de abril maior variabilidade (5%). Entretanto, a relação percentual destes em função de seus desvios padrão não apresentaram variações preocupantes que premissa uma análise mais acurada.

Apreciando os mesmos paramétricos e variável para o aviário (S), sua maior média foi no dia 17 de abril foi de 34,69 °C com desvio padrão de 0,57 °C. Os dados coletados neste dia também não evidenciaram muitas variações, pois sua variabilidade foi de apenas 1,6% do valor da média. O dia 21 de abril foi o que quantificou a menor média sendo de 32,21 °C com desvio padrão de 0,95 °C. Ainda que provando a menor média dentre todos os dias analisados, seus dados também não demonstraram muitas diferenças, pois sua variabilidade foi de 3% do valor de sua média.

Dentre todos esses analisados, o dia 17 de abril foi o que menor quantificou variabilidade (1,6%) e o dia 23 de abril maior variabilidade (4%). Novamente, a relação percentual destes em função de seus desvios padrão não apresentaram variabilidades preocupantes que emergissem uma análise mais acurada. Aparentemente o dia 21 de abril foi o dia que se apresentou diferentes dos demais.

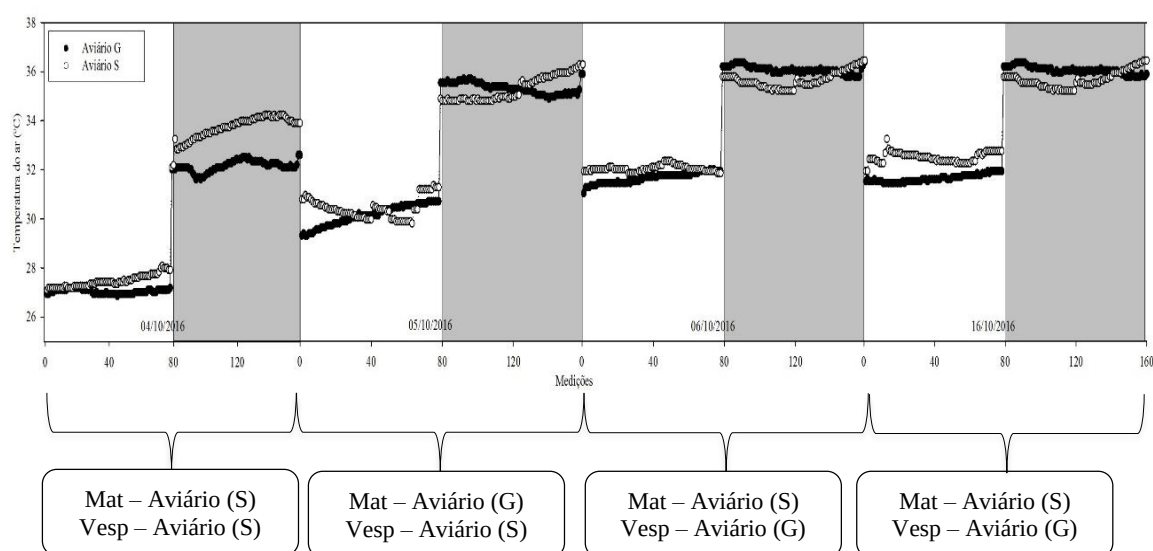


Figura 20: Temperatura do ar (°C) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-seca

Amiúde, para o dia 04 de outubro durante o período matutino, o aviário (G) comportou-se com temperatura média do ar de 29,66 °C, e o aviário (S) com média de 30,66 °C, sobrepondo-se com média maior ao aviário (G). Logo, pelo período vespertino, observou-se que o aviário (S) sistematiza um aumento expressivo de temperatura do ar, preponderando-se ao aviário (G) na condição térmica. Esse fenômeno é passivo a justificativa de que o aviário (S) é constituído por uma cobertura de lona para efeito de proteção, composta por um material plástico uni face, de cor preta, exposta diariamente a

luz solar e/ou elementos climáticos, o que possivelmente pode ter sido umas das causas desse aumento progressivo.

No dia 05 de outubro, pelo período matutino, ocorreu um comportamento semelhante, em que no aviário (S) foi observado valores maiores de temperatura média do ar de 32,93 °C, bem como do aviário (G) de 32,80 °C. Entretanto, pelo período vespertino, corroborou que ao início do aferimento dos dados, o aviário (G) a variável temperatura se comportou termicamente mais elevada por um período de tempo e, posteriormente, observou uma troca de posições em que o aviário (S) se comporta termicamente inverso ao aviário (G).

Neste caso, se sobressaindo. Essa inversão pode ter sido provocada pela vegetação, que prestante ao aviário (G) muito provável ter sido influenciado pela posição do sol, que ocasiona uma intervenção devido à sombra que se projeta sobre este, cobrindo boa parte de seu telhado, corroborando com a minimização a sensação térmica. No dia 06 de outubro, tanto o período matutino como vespertino tiveram comportamentos semelhantes, amiúde em que no aviário (G) a temperatura média do ar que foi de 33,92 °C, quantificando ser bem semelhante para o dia, pois no aviário (S) a temperatura média do ar foi de 33,90 °C. A variável temperatura do ar para o aviário (G) considera-se normal devido a alguns indicadores, tais como, o tamanho do aviário, por ser de maior proporção ao aviário (S), bem como a pouca entrada de ventilação para ambos.

Por fim, no dia 16 de outubro, observou que para o período matutino, o aviário (S) indicou temperatura média do ar de 34,12 °C, sendo maior que a do aviário (G), que em média, se procedeu com 33,90 °C. Adiante, analisando o período vespertino, se conclui que houve um comportamento inverso da temperatura do ar, evidenciando que o aviário (G) se comportou termicamente diferente ao aviário (S), prestante a citar que a temperatura do ar interna para o aviário (S) foi mais elevada neste período.

Tabela 14: Médias e desvios da temperatura do ar (°C), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-seca

Dias	AVIÁRIO (G)		AVIÁRIO (S)	
	Temperatura do ar (°C)		Temperatura do ar (°C)	
	Média	Desv. Padrão	Média	Desv. Padrão
04/out	29,66	± 2,56	30,66	± 3,14
05/out	32,80	± 2,61	32,93	± 2,48
06/out	33,92	± 2,21	33,90	± 1,83
16/out	33,90	± 2,20	34,12	± 1,61

Ponderando os parâmetros de média e desvio padrão da variável temperatura do ar prestante do aviário (G), sua maior média foi no dia 06 de outubro com 33,92 °C e desvio padrão de 2,21 °C, sendo sua variabilidade de apenas 36% do valor da média.

Consequente, o dia 04 de outubro foi o que corroborou com o menor valor médio de temperatura do ar de 29,66 °C e desvio padrão de 2,56 °C. Mesmo que apresentando a menor média dentre os dias analisados, interpretar que os dados coletados não demonstram muitas diferenças, pois sua variabilidade foi de 8% do valor da média.

Dentre todos esses, os dias 06 e 16 de outubro foram os que resultaram menor variabilidade com ambos (6%) e o dia 04 de outubro, maior variabilidade (8%). Entretanto, reforça a argumentação que a relação percentual destes em função de seus desvios padrão não apresentaram variações preocupantes que premissa uma análise mais acurada.

Sopesando os mesmos parâmetros e variável para o aviário (S), sua maior média foi no dia 16 de outubro com 34,12 °C e desvio padrão de 1,61 °C. Os dados coletados neste dia também não evidenciaram muitas mutações, pois sua variabilidade foi de apenas 4% do valor da média. O dia 04 de outubro foi o que quantificou a menor média sendo de 30,66 °C com desvio padrão de 3,14 °C, mesmo evidenciando a menor média dentre todos os dias analisados, seus dados demonstraram uma situação considerável “alerta”, pois sua variabilidade foi de 10% do valor de sua média, explicitando dispersão dos dados.

Dentre todos esses, o dia 16 de outubro foi o que menor quantificou variabilidade (4%) e o dia 04 de outubro maior variabilidade (10%). Novamente, a relação percentual destes em função de seus desvios padrão podem significar alertas de situações preocupantes com os dados que emergissem uma análise mais acurada. Aparentemente o dia 04 de outubro foi o dia que se apresentou diferentes dos demais.

4.2.2 Comportamento da umidade relativa do ar

Para compreender o comportamento ou efeito direto da umidade relativa do ar dentro do aviário (G) e (S), preferiu realizar-se a plotagem desses dados em relação ao número de medições/estações do ano (Fig. 21 e 22), analisando a relação existente entre essas variáveis, por dia e períodos matutino e vespertino, bem como suas médias e desvios padrão (Tabela 15 e Tabela 16).

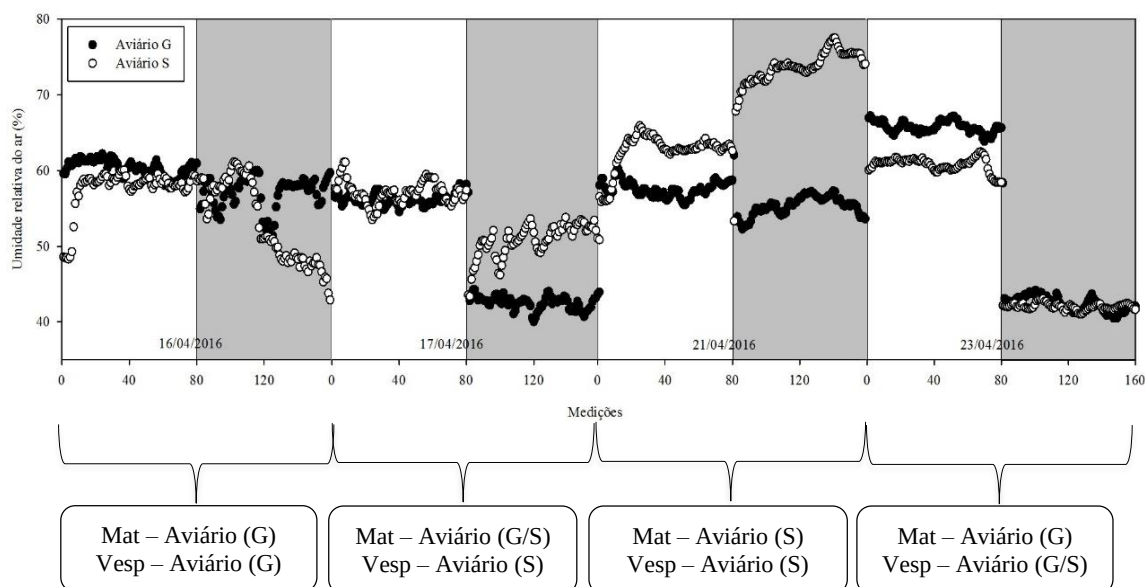


Figura 21: Umidade relativa do ar (%) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para o aviário (G) e (S) durante a estação quente-úmida

Observou-se que no dia 16 de abril durante o período matutino, a umidade relativa do ar do aviário (G) foi em média de 58,76 % comportando-se semelhante ao aviário (S) que foi de 55,24 %. Logo, pelo período vespertino, houve uma diferença na umidade relativa do ar, em que se nota um início com dados muito próximos uns aos outros, e no aviário (G) ocorre um aumento da umidade relativa do ar, sobressaindo-se ao aviário (S). Ressaltando o ambiente externo do aviário (G), ainda que tenha pouca vegetação ao redor, este encontra-se locado a cerca de 6 metros de uma árvore de grande porte, que durante o período vespertino, conforme posição do sol, ocasiona uma sombra que se prolonga esse aviário.

No dia 17 de abril, pelo período matutino, o comportamento dos aviários (G) e (S) se assemelharam ao mesmo período do dia anterior. A priori, no aviário (G) a média dos dados de umidade relativa do ar foi de 51,53 %, e do aviário (S) foi de 55,70 %.

Entretanto, pelo período vespertino, o aviário (S) se comportou termicamente inverso ao aviário (G). Fatores externos ao ambiente onde está locado o aviário (S) possivelmente influenciaram nessa inversão, em que predominam espécies vegetais tais como bananeiras (*Musa*) que crescem em ambiências a partir da proximidade de água a poucos metros de profundidade.

No dia 21 de abril, tanto os períodos matutinos quanto vespertinos tiveram comportamentos semelhantes, analisando que no aviário (S) a umidade média relativa do ar que foi de 68,83 % e o aviário (G) com uma umidade média relativa do ar de 58,03 %.

O aviário (S) se encontra locado próximo a uma mata ciliar formada por espécies vegetais de grande porte, característica de floresta amazônica, levantando a hipótese de barreiras que diminuem a predominância de ventos. Segundo Curtis (1983) o maior problema de desconforto ambiental nos tópicos é a dissipação do calor corporal para o ambiente e o fator limitante da exploração animal está associada com a alta umidade relativa e a baixa movimentação do ar.

Por fim, no dia 23 de abril, observou-se que para o período matutino, o aviário (G) comportou-se com uma umidade média relativa do ar de 54,43 % e o aviário (S) com média de 51,43 %. Assim, o período vespertino, conclui que houve um comportamento semelhante da umidade média relativa do ar para ambos os aviários. Para Silva (2007) a ocorrência de uma alta umidade relativa do ar não condiz na afirmativa de que o aviário se encontra em uma boa condição térmica.

Tabela 15: Médias e desvio da umidade relativa do ar (%), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-úmida

AVIÁRIO (G)				AVIÁRIO (S)		
Dias	Umidade relativa do ar (%)			Umidade relativa do ar (%)		
	Média	Desv. Padrão		Média	Desv. Padrão	
16/abr	58,76	±	2,36	55,24	±	4,97
17/abr	51,53	±	6,46	55,70	±	3,41
21/abr	58,03	±	1,57	68,83	±	5,70
23/abr	54,17	±	11,72	51,43	±	9,43

A variável umidade relativa do ar do aviário (G) foi analisada sobre os mesmos parâmetros. Sua maior média no dia 16 de abril foi de 58,76 % com desvio padrão de 2,36 %. Os dados coletados neste dia não quantificaram muitas discrepâncias, pois sua variabilidade é de apenas 4% do valor da média.

O dia 17 de abril foi o que apresentou a menor média sendo de 51,53 % com desvio padrão de 6,46 %.

O dia 21 de abril foi o que registrou menor variabilidade (2,7%) e o dia 23 de abril o que corroborou com uma variação grande, pois o desvio padrão resultante deste dia é 21%, do valor de sua média, identificando variações preocupantes entre os dados.

Usando a mesma metodologia de análise e variável, no aviário (S) a média do dia 21 de abril foi de 68,83 % e desvio padrão de 5,70 %.

Já o dia 23 de abril observa-se a menor média, sendo de 51,43 % com desvio padrão de 9,43 %. Ainda que este dia tenha registrado a menor média dentre os outros,

sua variabilidade é grande, onde o desvio padrão é 18% do valor da média. Por fim, o dia 17 de abril foi o que registrou a menor variabilidade sendo de 6%.

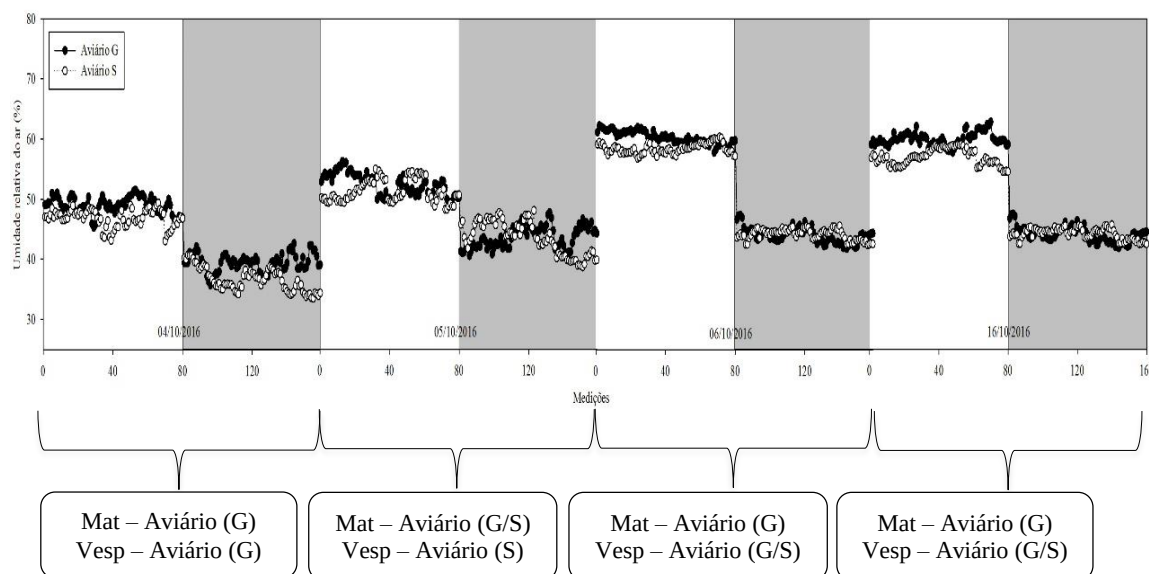


Figura 22: Umidade relativa do ar (%) plotado por dia, sendo períodos matutinos de cores brancas e períodos vespertinos de cores cinzas, para os aviários (G) e (S) durante a estação quente-seca

Observou-se que no dia 04 de outubro durante o período matutino, a umidade relativa do ar do aviário (G) foi em média de 44,21 % comportando-se semelhante ao aviário (S) que foi de 44,70 %. Logo, pelo período vespertino, houve diferença na umidade relativa do ar. O que se ressalta é um início com o aviário (G) termicamente equigalável ao aviário (S), embora, a partir de um certo momento, o aviário (G) começa a se sobressair, o que condiz com a realidade local.

Em se tratando do ambiente, ressalva a pouca vegetação ao seu redor, o uso de materiais que usualmente são considerados condutores térmicos, bem como o próprio desnível do terreno, que por sua vez, Pastore e Fontes (1998) corroboram ao citarem que em regiões onde a água é escassa, as rochas sofrem mais intemperismo físico que químico e a profundidade submetida às modificações, é conseqüentemente menor. Portanto, quando mais úmido e quente for o clima, maior é a profundidade do terreno, sujeito a alterações, desníveis e imperfeições topográficas.

No dia 05 de outubro, pelo período matutino, o comportamento dos aviários (G) e (S) se assemelharam. A priori, menciona-se apenas uma diferença no início do aferimento, conseguinte, voltam a se assemelharem. De tal modo, no aviário (G) a média dos dados de umidade relativa do ar foi de 48,05 %, e do aviário (S) foi de 47,42 %.

Entretanto, pelo período vespertino, o aviário (S) se comportou termicamente inverso ao aviário (G). Observou um comportamento maior quanto ao início do aferimento dos dados e, posteriormente, o aviário (G) demonstra aumento da umidade, sobrepondo-se ao aviário (S).

No dia 06 de outubro, no período matutinos o aviário (G) destacou-se no início com comportamento de umidade média relativa do ar maior, sendo de 52,29 % e o aviário (S) com uma umidade média relativa do ar menor de 51,40 %. Prestante ao período vespertino, ambos os aviários se comportaram de forma semelhante, ou seja, a todo instante os valores registrados foram bem próximos uns aos outros, bem como indicando o mesmo efeito de sensação térmica interna.

Finalmente, no dia 16 de outubro, observou-se que para o período matutino, o aviário (G) comportou-se com uma umidade média relativa do ar de 52,07 % e o aviário (S) com média de 50,40 %. Repetidamente, notou que no período vespertino, houve um comportamento semelhante da umidade média relativa do ar para ambos os aviários. Para Silva (2007) a ocorrência de uma alta umidade relativa do ar não condiz na afirmativa de que o aviário se encontra em uma boa condição térmica.

Tabela 16: Médias e desvio da umidade relativa do ar (%), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-seca

Dias	AVIÁRIO (G)			AVIÁRIO (S)		
	Umidade relativa do ar (%)			Umidade relativa do ar (%)		
	Média	Desv. Padrão		Média	Desv. Padrão	
04/out	44,21	± 4,97		44,70	± 5,41	
05/out	48,05	± 4,70		47,42	± 4,59	
06/out	52,29	± 8,22		51,40	± 7,20	
16/out	52,07	± 8,01		50,62	± 6,47	

A variável umidade relativa do ar do aviário (G) foi analisada sobre os mesmos parâmetros. Sua maior média foi no dia 06 de outubro com valor de 52,29 % e desvio padrão de 8,22 %. Os dados coletados neste dia quantificaram muitas discrepâncias, pois sua variabilidade correspondeu 15% do valor da média.

O dia 04 de outubro foi o que quantificou a menor média sendo de 44,21 % com desvio padrão de 4,97 %. O dia 05 de outubro foi o que registrou menor variabilidade (9%) e o dia 06 e 16 de outubro foram os que corroboraram com uma variação grande, pois o desvio padrão resultante deste foi de 15% do valor de sua média, identificando variabilidade preocupantes entre os dados.

Usando a mesma metodologia de análise e variável, no aviário (S) a maior média também foi no dia 06 de outubro com 51,40 % e desvio padrão de 7,20 %.

Observou-se também que o dia 04 de outubro corroborou com a menor média, sendo de 44,70 % com desvio padrão de 5,41 %. Ainda que este dia tenha registrado a menor média dentre os outros, sua variabilidade é grande, onde o desvio padrão foi de 12% do valor da média. Por fim, o dia 05 de outubro foi o que registrou a menor variabilidade sendo de 9%.

4.3 Desempenho térmico dos aviários pelo Índice de Conforto Térmico – ITU

Após correção dos valores das temperaturas do ar (°C) registrados levam ao entendimento de que a variação espacial e sazonal desta variável climática segue as características da região, Souza et al. (2010) sendo a altitude e a continentalidade, assim como a ação das massas Tropical Atlântica, Tropical Continental e Polar Atlântica as responsáveis pelas principais variações observadas.

Em posse da variável climática ponto de orvalho (°C), calculou-se o Índice de Temperatura e Umidade – ITU adaptado por Thon (1958) para cada um dos aviários, observando a sensação térmica por períodos e estações do ano, correspondentes aos dias de coletas (Tabela 17 a 20).

Tabela 17: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (G) para a estação quente-úmida

ITU - AVIÁRIO (G)								
Dias	Matutino				Vespertino			
	C	Q	MQ	DS	C	Q	MQ	DS
16/abr	0	0	8	72	0	0	1	79
17/abr	0	0	80	0	0	0	2	78
21/abr	0	0	19	61	0	0	10	70
23/abr	0	0	4	76	0	0	0	80
Subtotal	0	0	111	209	0	0	13	307
TOTAL			320				320	

C: Conforto; Q: Quente; MQ: Muito Quente; DS: Desconforto

Para a estação quente-úmida, o aviário (G) não apresentou índice que o classifique em situação de conforto (C) e/ou quente (Q) conforme classifica THON

(1958). Outrora, todos os índices resultantes se estacionaram nos parâmetros de Muito Quente (MQ) e Desconforto (DS).

Analisando quantitativamente a partir dos dias de coleta, obteve-se que no dia 16/abr pelo período matutino, o aviário G apresentou 10% MQ e 90% DS. Já para o período vespertino, os parâmetros apresentaram 1,25% MQ e 98,75% DS. No dia 17 de abril o comportamento de ITU pelo período matutino foi 100% MQ. No período vespertino, os índices apresentaram comportamentos diferente, sendo 2,5% MQ e 97,5% DS. No dia 21 de abril obteve-se um percentual de 23,75% MQ e 76,25% DS no período matutino. Para o período vespertino, resultou-se valores de 12,5% MQ e 87,5% DS.

De fato, para este dia analisado o período vespertino comportou-se com valores maiores, proporcionando percentuais elevados bem como predominância de desconforto térmico a estrutura em estudo. Por último, no dia 23 de abril, os parâmetros apresentaram um percentual de 5% MQ e 95% DS para o período matutino e 100% DS para o período vespertino.

Embora configurado diferentes tipos de sensações térmicas durante o dia, o período matutino exibiu maior percentual de MQ, ou seja, 34,69% e o vespertino um menor percentual 4,06%. Ainda, no período vespertino foi percebido um DS de 95,94% e no matutino de 65,31%. Perfazendo o mesmo procedimento metodológico para o aviário (S), foi calculado também o Índice de Temperatura e Umidade – ITU.

Tabela 18: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (S) para a estação quente-úmida

ITU - AVIÁRIO (S)								
Dias	Matutino				Vespertino			
	C	Q	MQ	DS	C	Q	MQ	DS
16/abr	0	0	0	80	0	0	26	54
17/abr	0	0	19	61	0	0	6	74
21/abr	0	0	77	3	0	0	77	3
23/abr	0	0	0	80	0	0	0	80
Subtotal	0	0	96	224	0	0	109	211
TOTAL			320				320	

C: Conforto; Q: Quente; MQ: Muito Quente; DS: Desconforto

Para a mesma estação o aviário (S) também não apresentou índice que o classifique em situação de conforto (C) e/ou quente (Q). Para este aviário, todos os índices resultantes se estacionaram nos parâmetros de Muito Quente (MQ) e Desconforto (DS).

Sob uma mesma análise quantitativa a partir dos dias de coleta, obteve-se que no dia 16 de abril pelo período matutino, o aviário apresentou 100% DS. Já para o período vespertino, os parâmetros apresentaram 35% MQ e 65% DS. No dia 17 de abril o comportamento de ITU pelo período matutino foi 23,75% MQ e 76,25% DS.

Entretanto, no período vespertino, os índices apresentaram comportamentos diferenciados, sendo 7,5% MQ e 92,5% DS.

No dia 21 de abril obteve-se um percentual de 96,25% MQ e 3,75% DS no período matutino e vespertino. De fato, para este dia analisado os períodos apresentaram igualdade na sensação térmica de suas estruturas o que possibilita afirmar que houve uma forte predominância de desconforto térmico nesta estrutura em ambos os períodos.

Por último, no dia 23 de abril, os parâmetros apresentaram um percentual também semelhante para os dois períodos, sendo 100% DS.

Embora sensações térmicas diferentes dentre os períodos, o vespertino foi o que apresentou maior percentual do parâmetro MQ, com 34,06% e o matutino com um menor percentual 30%.

Diferente do aviário G, para o aviário S o período que apresentou um maior DS foi o matutino com 70% e o de menor representatividade foi o vespertino com 66%. Esses resultados corroboram com os encontrados por Silva (2007) e Silva et al. (2004), que avaliaram as Mesorregiões do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense e Metropolitana de Curitiba - PR, respectivamente.

Ao avaliar diferentes cidades, esses autores não encontraram dentre elas uma que atendesse as necessidades ambientais para todas as fases de criação de aves de corte.

Tabela 19: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (G) para a estação quente-seca

ITU - AVIÁRIO (G)								
Dias	Matutino				Vespertino			
	C	Q	MQ	DS	C	Q	MQ	DS
04/out	0	80	0	0	0	0	80	0
05/out	0	30	48	2	0	0	0	80
06/out	0	0	80	0	0	0	80	0
16/out	0	0	80	0	0	0	80	0
Subtotal	0	110	208	2	0	0	240	80
TOTAL			320				320	

C: Conforto; Q: Quente; MQ: Muito Quente; DS: Desconforto

Para a estação quente-seca o aviário (G) também não apresentou índice que o classifique em situação de conforto (C). Para este aviário, todos os índices resultantes se estacionaram nos parâmetros de Quente Q, Muito Quente (MQ) e Desconforto (DS). Sob uma mesma análise quantitativa a partir dos dias de coleta, obteve que no dia 04 de outubro pelo período matutino, o aviário (G) quantificou 100% Q. Já para o período vespertino, expuseram 100% para o parâmetro MQ.

No dia 05 de outubro o comportamento de ITU pelo período matutino foi 37,5% Q, 60% MQ e 2,5% DS. Entretanto, no período vespertino, o parâmetro que se prevaleceu foi de 100% DS.

No dia 06 e 16 de outubro obteve um percentual de 100% MQ para os períodos matutino e vespertino. De fato, para estes dias analisados os períodos expuseram igualdade no comportamento da variável e na sensação térmica de suas estruturas o que possibilita afirmar que houve uma forte predominância de estresse térmico. Dentre os períodos analisados, o vespertino foi o que exibiu maior situação de DS (25%) frente ao matutino (0,63%).

Perfazendo o mesmo procedimento metodológico para o aviário (S), foi calculado também o Índice de Temperatura e Umidade – ITU.

Tabela 20: Classificação do Índice de Temperatura e Umidade – ITU por dia e períodos do aviário (S) para a estação quente-seca

ITU - AVIÁRIO (S)								
Dias	Matutino				Vespertino			
	C	Q	MQ	DS	C	Q	MQ	DS
04/out	0	80	0	0	0	0	75	5
05/out	0	18	62	0	0	0	28	52
06/out	0	0	0	80	0	0	0	80
16/out	0	0	0	80	0	0	0	80
Subtotal	0	98	62	160	0	0	103	217
TOTAL			320				320	

C: Conforto; Q: Quente; MQ: Muito Quente; DS: Desconforto

Para a estação quente-seca o aviário (S) não apresentou índice que o classifique em situação de conforto (C) conforme classificação de THON (1958). Outrora, todos os índices resultantes se estacionaram nos parâmetros de Quente (Q), Muito Quente (MQ) e Desconforto (DS).

Analisando quantitativamente a partir dos dias de coleta, obteve-se que no dia 04/out pelo período matutino, o aviário S expôs 100% Q. Já para o período vespertino, os parâmetros se enquadraram em 93,75% MQ e 6,25% DS. No dia 05/out o comportamento de ITU pelo período matutino foi 22,5% Q e 77,5% MQ. No período vespertino, os índices exibiram comportamentos diferente, sendo 35% MQ e 65% DS.

No dia 06 de outubro obteve-se um percentual de 100% para DS no período matutino. Presente a isso, o período vespertino também resultou em um percentual de 100% DS. De fato, para este dia analisado, ambos os períodos exibiram valores acima do esperado, ou seja, obtiveram $ITU > 84$, proporcionando percentuais elevados, bem como predominância de desconforto térmico a estrutura em estudo. Por último, no dia 16 de outubro, os parâmetros sujeitaram um percentual equigalável ao dia 06/out, com 100% DS para o período matutino e 100% DS para o período vespertino.

Embora conformado em diferentes tipos de sensações térmicas durante o dia, o período matutino exibiu maior percentual do parâmetro Q, ou seja, de 34,62%. Todavia, não houve quantificação percentual para o período vespertino.

Contudo, o período vespertino foi o que compreendeu um maior parâmetro de MQ com percentual de 32,19% e no matutino um menor parâmetro de MQ com percentual de 19,38%. Amiúde, na condição de DS, o período vespertino corroborou indicando ser o mais desconfortável, expondo um percentual de 67,81% e para o período matutino de 50%, respectivamente.

Para o aviário (S) o período que apresentou uma maior situação de DS foi também o vespertino com 67,81% e o de menor representatividade foi o matutino com 50%.

De tal modo como Franca et al. (2007) ao fazer um diagnóstico bioclimático para o município de Campina Grande-PB, concluiu que o bioclima dentro das instalações deveria ser modificado para que os animais pudessem expressar seu máximo potencial genético.

4.4 Estratégias para melhorias do conforto térmico em aviários de frango de corte colonial

Foi utilizada a Carta Bioclimática de Givoni (1992) adaptada as zonas de conforto térmica citadas por Curtis (1983) e Abreu e Abreu (2011) em virtude das fases de vida das aves, para a avaliação do conforto térmico dos aviários analisados. Foram usados dados de temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (%) interno da estação quente-

úmida e quente-seca para cada ambiente em análise. Após plotagem dos dados, foram apontadas as estratégias necessárias para alcançar a condição de conforto.

Os resultados são apresentados através de figuras resultantes do software utilizado - Analysis BIO, versão 2.2, criado pela LabEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC / SC, a priori para auxílio no processo de adequação de edificações ao clima local da área de estudo.

4.4.1 Estação quente-úmida

4.4.1.1 Aviário (G)

A figura 23 é da Carta bioclimática para o aviário (G) da estação quente-úmida, com aproximadamente quatro horas de dados.

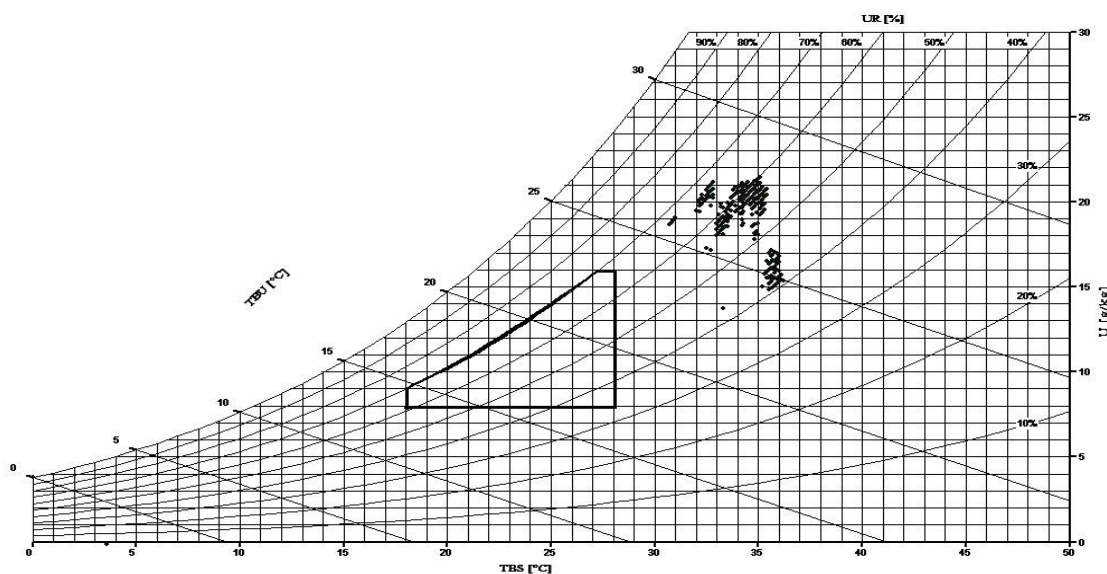


Figura 23: Carta bioclimática adaptada para aviário (G), correspondente a estação quente-úmida

De acordo com carta bioclimática adaptada, observou-se que todos os dados coletados durante as quatro horas de análise *in loco* estão condicionados fora da zona de conforto térmico prevista para animais, a priori, frangos de corte coloniais em fase adulta.

Em se tratando de um ambiente construído a partir do reconhecimento de alguns materiais que possuem características de serem condutores térmicos, advém sugerir algumas alternativas que, ao reconhecimento científico e experimental, podem fazer com que esses dados possam, na medida das possibilidades, direcionarem-se a zona de conforto.

A princípio, cita-se os cuidados no manejo durante o dia, ou seja, recomenda-se evitar fazer manejo/atividades dentro dos aviários nos períodos mais quente do dia, pois a movimentação faz com que produzam mais calor corporal, isso acaba agravando o problema.

E outra possibilidade seria a criação de um ambiente integrado ao aviário, a respectivo controle e segurança, amuilde como área de descanso arborizada, fazendo com que no projeto do aviário, as aves possam ter acesso livre de circulação.

4.4.1.2 Aviário (S)

A figura 24 é da Carta bioclimática adaptada para o aviário (S) da estação quente-úmida, também com aproximadamente quatro horas de dados.

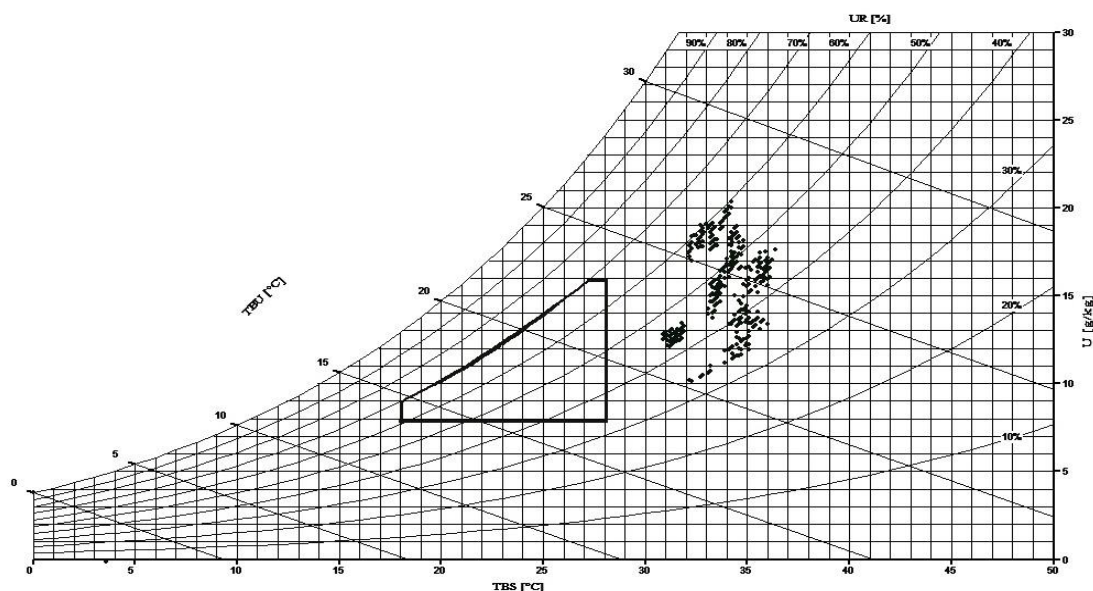


Figura 24: Carta bioclimática para aviário (S), correspondente a estação quente-úmida

Como resultado da plotagem dos dados do aviário (S), obteve-se também que todos os dados coletados durante as quatro horas de análise *in loco* comportaram-se fora da zona de controle prevista para aves adultas.

Para alguns pressupostos teóricos, se discute a curto prazo o uso de ar condicionados dentro das instalações avícolas, sobre justificativa de que os animais também necessitam estar em boas condições térmicas para expressarem seus melhores potenciais produtivos. Assim, buscar estratégias similares que possam contrapor o uso de ar condicionados por outros instrumentos seja natural ou artificial.

Iniciativas como construir o projeto arquitetônico levando em consideração sua localização geográfica. Rodrigues et al. (2009) recomendam que a orientação Leste-Oeste favorece (Fig. 30) as situações de verão por ficar com menor área exposta a radiação solar incidente. Ferreira (2011) também ressalta a importância da orientação Leste-Oeste em instalações avícolas, sendo a instalação orientada de acordo com o movimento do sol.

4.4.2 Estação quente-seca

4.4.2.1 Aviário (G)

A figura 25 é da Carta bioclimática para o aviário (G) da estação quente-seca, também com aproximadamente quatro horas de dados.

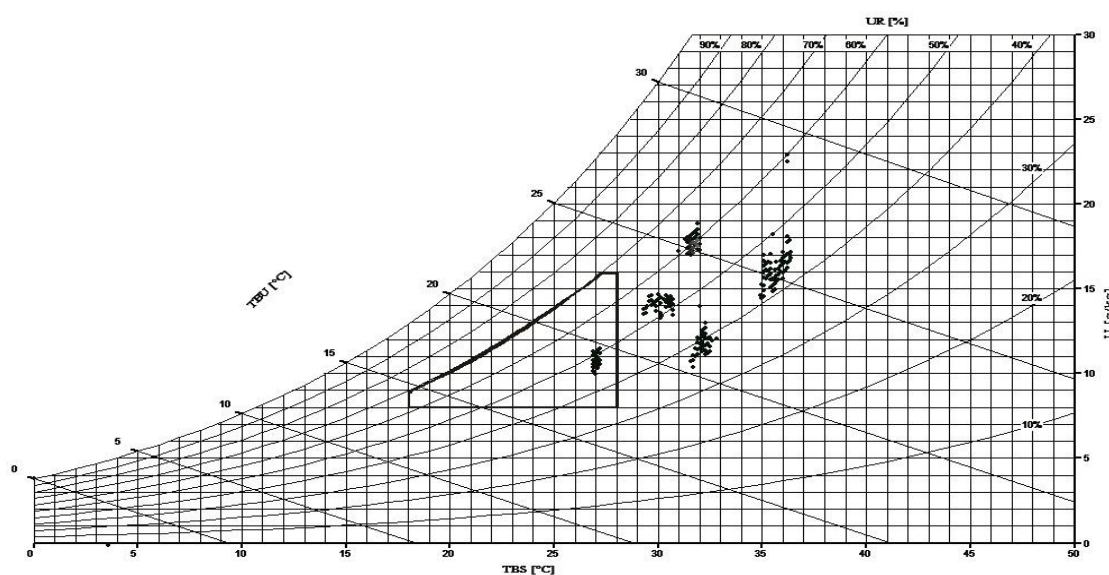


Figura 25: Carta bioclimática adaptada para aviário (G), correspondente a estação quente-seca

Como resultado da plotagem dos dados do aviário (G), obteve-se um indicativo de que 12% desses dados coletados durante as horas citada estão corroborando a zona de conforto térmico. Outrora, tem-se que 88% desses dados estão se comportando fora da zona de conforto prevista para aves adultas, colocando o aviário (G) em uma situação de observação emergencial, visto o alto percentual atribuído as dados que estão fora da zona de conforto.

Uma iniciativa quanto a melhorias da arquitetura do aviário e que certamente contribuirá para o deslocamento desses dados para próximo a zona de conforto será as aberturas reguladas de entradas e saídas de ventilação. Como citado quanto a caracterização do mesmo, foi observados que o telhada não correspondia a uma altura ideal para fluxo de ventilação bem como o uso de folhas de zinco como material para se tampar irregularidades no projeto justificável quanto a segurança contra chuvas da direção Leste-Oeste.

Na condições de pesquisador permite-se sugerir a retirada deste material, pois além de estar evitando a entrada de ventilação pela parte superior e lateral é também considerado um condutor térmico e buscar de imediato regularizar as entradas e saídas de ventilação, rediscutindo mudanças na altura do telhado e muretas bem como também prevendo a utilização de equipamentos como ventiladores de exaustão interna que contribuem com a movimentação do ar.

4.4.2.2 Aviário (S)

A figura 26 é da Carta bioclimática para o aviário (S) da estação quente-seca, com também aproximadamente quatro horas de dados.

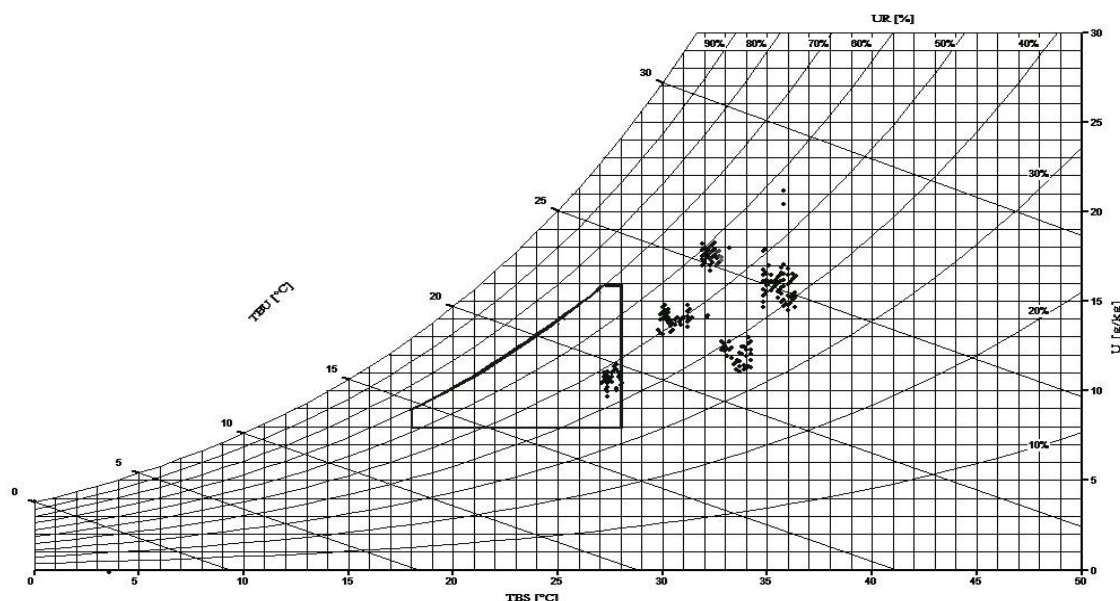


Figura 26: Carta bioclimática adaptada para aviário (S), correspondente a estação quente-seca

Conforme os mesmos procedimentos anteriores quanto a construção das cartas bioclimáticas adaptadas, obteve-se como resultados que também 12% desses dados coletados durante as horas citada estão corroborando a zona de conforto térmico bem como 88% estão se comportando fora da zona de conforto prevista para aves adultas, colocando o aviário (S) em uma situação semelhante ao aviário (G) na estação quente-seca, visto o alto percentual atribuído as dados que estão fora da zona de conforto, perfazendo as mesmas observações quanto as melhorias no aviário.

Presente a realidade local e se tratando de pequenos produtores rurais com características de produção em pequena escala e baixa economia para investimentos, a priori, busca-se alternativas viáveis que possam ser discutidas e implementadas, com escopo de contribuir para efeito de maior ganho produtivo e melhor condições de conforto para aves, como por exemplo, a observação da construção do aviário tomando como decisão os sentidos do nascer e por do sol (Fig. 27).

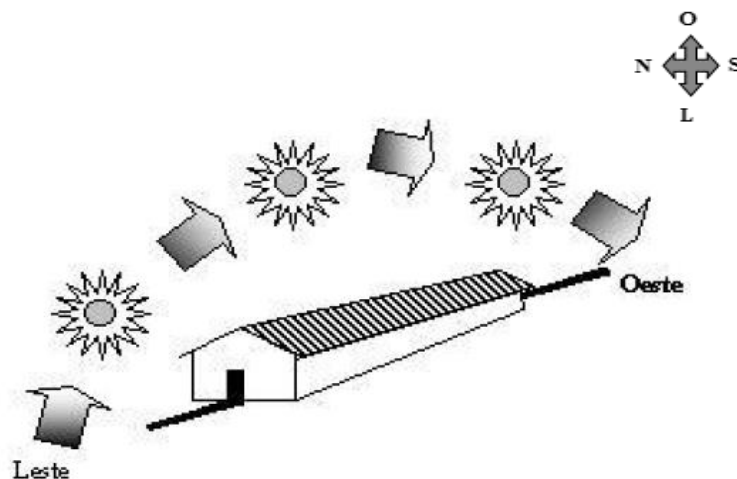


Figura 27: Esquema de deslocamento do sol ao longo do dia em um galpão orientado no sentido Leste-Oeste

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2005.

Outra solução é o uso estratégico de coberturas diferentes e alternativas. Segundo Moraes et al. (2002) as coberturas são as principais responsáveis pela diminuição dos índices térmicos dentro das instalações, um tipo de cobertura que tem se difundido em instalações zootécnicas são as coberturas fabricadas a partir do reuso de embalagens Tetra Pak (Fig. 28) como caixas de leites, sucos, etc, que possuem características térmicas que favorecem sua utilização em instalações avícolas, diminuindo as temperaturas internas e os índices como também proporcionando melhor condição de conforto aos animais (FIORELLI, 2009).



Figura 28: Telha fabricada em embalagem Tetra Pak

Fonte: Adaptado de Almeida (2011).

Uma outra ação importante para diminuir o índice térmico é através da pintura reflexiva na face externa da cobertura (Fig. 29). Moraes (2002) e Conceição et al. (2008)

estudando tipos de artifícios em cobertura de instalações avícolas verificaram que a pintura da face externa da cobertura de cimento amianto favoreceu a condição de conforto em galpões reduzidos.



Figura 29: Utilização da pintura reflexiva em uma cobertura

Fonte: Adaptado de Almeida (2011).

Um outro bom indicador da necessidade para se chegar ao conforto térmico ideal é condição de sombreamento, sendo aviário (G) e aviário (S) apresentarão pouca vegetação bem como as que tem, cientificamente não recomendável. Isso demonstra que é preciso importar-se com as condições externas do ambiente, pois é este que influenciará diretamente na sensação dos animais, principalmente quando mencionados pequenos animais, tal como da avicultura de corte.

Observando esses valores, é proposto de maneira emergencial o uso de arborização natural de espécies não frutíferas para sombreiro e quebra-ventos. Para esse fim, tem-se utilizado, comumente, espécies caducifólias como a *Leucena leucocephala* e *Eucalyptus robusta*, tolerantes a seca e contribuintes com o resfriamento evaporativo. Segundo Embrapa (2000) o emprego de árvores altas produz microclima ameno nas instalações, devido à projeção de sombra sobre o telhado (Fig. 30), devendo ser plantadas nas faces norte e sul do aviário e mantidas desganhadas na região do tronco, preservando a copa superior. Desta forma a ventilação natural não fica prejudicada.

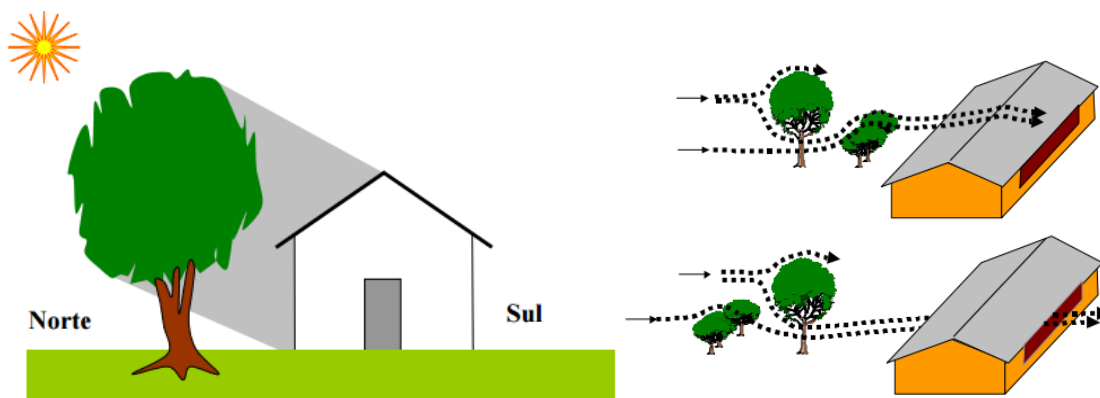


Figura 30: Métodos e orientações para plantação de espécies arbóreas para favorecimento do sombreamento e proteção contra elementos climáticos

Fonte: Adaptado de Embrapa (2000).

Outra importante estratégia para se chegar ao percentual necessário por horas de massa térmica para resfriamento é o uso de ventilação artificial acoplados a mangueiras d'água, proporcionando ventilação e umidificação ao ambiente. Para Embrapa (2000) a ventilação artificial é produzida por equipamentos especiais como exaustores e ventiladores (Fig. 31). É utilizada sempre que as condições naturais de ventilação não proporcionam adequada movimentação do ar ou minimização de temperatura do ar.

A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos, permitir a renovação do ar e eliminar odores Tinôco (1998), e que uma das alternativas para melhorar as condições térmicas e promover a renovação do ar, é a ventilação artificial forçada.

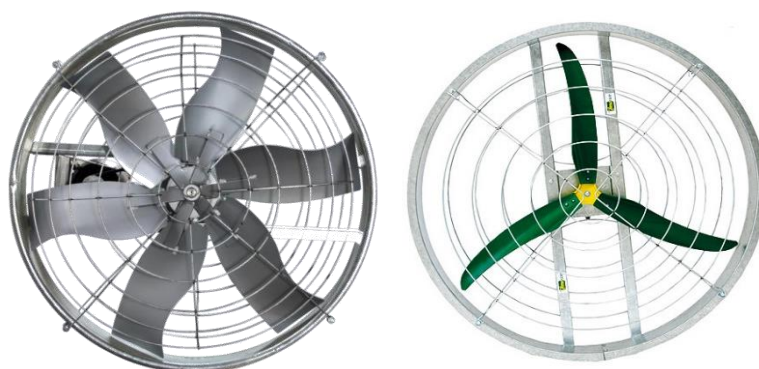


Figura 31: Ventiladores industriais usados para renovação do ar em aviários de frango de corte

Fonte: Adaptado de Embrapa, 2000

Por fim, do ponto de vista de Silva et al. (2015) corroboram ao opinarem que as principais atenções devem ser voltadas quanto ao manejo dentro dos aviários, pois muito se pode contribuir a partir do devidos cuidados na movimentação, sanidade e higiene das aves. Ainda, afirmam com base em pesquisas realizadas na região central do Brasil, que na estação quente-seca, é recomendável uma ração mais concentrada, substituindo o sal por bicabornato, salvo-conduto que as aves fazem a troca térmica de calor pelo bico, respiração.

Outras ideias que os mesmos supracitam são as precauções quanto ao pé-direto da estrutura do aviário, sendo recomendado a altura de 2,80 m no mínimo, prestante a contribuir com a circulação de ventos (m/s), a mureta de proteção com aproximadamente 0,50 cm, bem como também cautela e veridicidade quanto a prática na troca da cama pós lote e adicionamento de cubos de gelo nos bebedouros, ao presenciar um dia típico com temperatura do ar acima de 32°C e umidade relativa de 70%.

5. CONCLUSÃO

Com a construção da estação LaMALogger Móvel foram atendidas as necessidades da pesquisa, considerando o uso do arduino como um fator positivo. Seu uso durante o experimento contribuiu com a mesma por meio da coleta de dados e suprimiu a necessidade de equipamentos mais sofisticados e de alto custo na aquisição.

Quanto à caracterização do microclima na estação quente-úmida, as duas instalações avícolas apresentaram temperaturas do ar (°C) elevadas em relação ao esperado nesta estação, demonstrando o desconforto a que estão submetidas os frangos, destacando o dia 17 de abril como o de maior média diária, o que considerou ser o dia mais quente, de maior desconforto térmico para os frangos. Observou-se que o dia 21 de abril foi o que se comportou com menor temperatura do ar (°C) média diária. Atenta-se para o dia 21 de abril como o de maior média diária de umidade relativa do ar (%) e o dia 23 de abril o de menor média diária de umidade relativa do ar (%), respectivamente.

Afirma-se que a partir da média sobre o valor total geral dos dias analisados, o aviário (G) foi o que se comportou com maior média de temperatura do ar (°C) e o aviário (S) maior média de umidade relativa do ar (%).

Quanto a estação quente-seca, comenta-se que o dia 16 de outubro foi o que corroborou como sendo o de maior média de temperatura do ar (°C) e o dia 04 de outubro o de menor média de temperatura do ar (°C) dentre os analisados. Consequente, cita-se o dia 06 de outubro como o de maior média de umidade relativa do ar (%), bem como a priori, o dia 04 de outubro o de menor média de umidade relativa do ar (%).

Tem-se que a partir da média sobre o valor total geral dos dias analisados, o aviário (S) foi o que se comportou com maior média de temperatura do ar (°C) e o aviário (G) maior média de umidade relativa do ar (%).

Na análise comparativa entre os resultados de ambos os aviários presente por estações do ano, conclui-se que o aviário (G) foi o que legitimou sendo o de maior desconforto térmico para ambas.

No que tange ao Índice de Temperatura e Umidade – ITU, conclui-se que ambos os aviários estão inseridos em um cenário de desconforto térmico, se classificando segundo metodologia de ITU como, Quente (Q), Muito Quente (MQ) e Desconforto (DS). Logo, indicando que os mesmos necessitam de medidas corretivas urgentes no intuito de amenizar a sensação térmica interna, possivelmente proveniente pelo uso de materiais construtivos de características de serem condutores de calor, mencionados quando na

análise descritiva dos lócus estudados, foi observado a intervenção de outros fatores como, irregulares no projeto de instalação, topografia do terreno, manejo inadequado quando ao acesso interno ao aviário, vegetação imprópria e/ou insuficiente, falta de ventilação, etc.

Na avaliação do conforto térmico utilizando a carta bioclimática de Givoni, adaptada para animais conforme zona de conforto para aves em fase adulta, observou-se que na plotagem dos dados sobre a carta psicométrica, os dois aviários evidenciaram visualmente uma relação semelhante, que notificaram a necessidade de se fazer as mesmas correções para se chegar a zona de conforto térmica ideal. Os aviários proporcionaram desconforto, exigindo-se da necessidade de sombreamento e uso de aparelhos elétricos para amenizar a sensação de calor. Na tentativa de apoio para se chegar as melhores condições de conforto térmico, prestou-se em destacar algumas correções emergentes. Apura-se que uma delas é que ambos os aviários foram construídos sem levar em consideração o sentido do nascer e pôr do sol.

De maneira geral, considerando a construção via forma experiencial, que presume ter sido transpassada por gerações sem uso da moderação técnica, a pouca vegetação encontrada ao redor das instalações, o uso de materiais construtivos que de certa forma apresentam maioria com características de serem condutores térmicos, suas localizações perante a altitude a nível do mar, barreiras naturais que diminuem a circulação de ventos, entre outros, condizem para a ocorrência de sensação de desconforto térmico prejudicial a ambiência de criação de frangos.

6. SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

a) Estudos mais aprofundados com monitoramento por um período maior de tempo, além de um número maior de instalações e controle das diversas variáveis envolvidas, será de grande valia na determinação de uma zona de conforto para o caso de aviários construídos prestante a agricultura de base familiar.

b) Análise do comportamento das tipologias construtivas para coletas diárias com maior número de horas dentro dos períodos estabelecidos, buscando-se uma estimativa mais precisa com o monitoramento pela plataforma micro controlada arduino (Estação LaMALogger Móvel) tornando maior a quantidade de dados e diminuindo a probabilidade de erros.

c) Análise de conforto térmico no uso de outros tipos de medidas, tendo em vista as citadas como estratégias, buscando-se avaliar o comportamento no ambiente de cada material, para utilização do mais eficiente.

d) Aferir os componentes (materiais) de todo o sistema construtivo dos aviários, de preferência usando outros equipamentos e metodologias como a termografia infravermelha, em se tratando de uma técnica não invasiva, corroborando com análises mais focais a intervenção do próprio material no conforto térmico.

7. BIBLIOGRAFIAS

7.1 Bibliografias citadas

- ABDALA, B. S. **Desenvolvimento de datalogger e servidor de banco de dados via embarcados: um estudo de coleta de dados de transectos móveis georreferenciados**. 2015. (Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais). Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/pgsskrotondissertacoes/ba0f0ba4b1896527e2b5f613cf329002.pdf> Acesso em: 04 de mai. 2016.
- ABEYESINGHE, S. M.; WATHES, C. M.; NICOL, C. J. **The aversion of broiler chickens to concurrent vibration and thermal stressors**. Applied Animal Behaviour Science, v.73, n.3, p.199-215, 2001.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 16401-2, versão 2008. Parâmetros de conforto térmico**. Disponível em: http://servidor.demec.ufpr.br/disciplinas/EngMec_NOTURNO/TM374/NBR_16401-2_2008.pdf Acesso em: 18 de set. 2016.
- ABREU, V. M. N.; A, P. G. **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 1-14, 2011.
- ACHUTTI, L. E. R. **Fotoetnografia da biblioteca Jardim**. Porto Alegre: Editora da UFRGS: Tomo Editorial, 2004. 319 p.
- ALBINO, J. J.; BASSI, L. J.; SAATKAMP, M. G.; LORENZET, A. L. **Cartilha: construção de aviário para produção de frangos de corte em sistemas alternativos em pequena escala**. 2009. Disponível em: http://file.aviculturaindustrial.com.br/Material/Tecnico/aviario_embrapa.pdf Acesso em: 19 de fev. 2016.
- ALVES, S. P.; RODRIGUES, E. H. V. **Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas**. 2004. Revista Engenharia Agrícola, v.24, p.241-245, 2004.
- ALMEIDA, E. A. de.; PASSINI, R. **Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões para frangos de corte, usando diferentes tipos de coberturas**. 2011. Associação Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 33, n. 1 (2013). Disponível em: <http://submission.scielo.br/index.php/eagri/article/view/62700> Acesso em: 21 de set. 2016.
- ANDRADE, R. **Fotografia e antropologia: olhares fora-dentro**. São Paulo: Estação Liberdade, 2002.
- BAÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season**. Missouri: University of Missouri – Columbia, 1985. 218p. Ph. D thesis.

- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.
- BAGNATI, M. M. **Zoneamento bioclimático e arquitetura brasileira: Qualidade do ambiente construído**. Dissertação de mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura. UFRGS, Brasil. 2013. 132p.
- BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H. **The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare**. Applied Animal Behaviour Science, Amsterdam, v. 25, p. 177-187, 1990.
- BARROS, M. P. **Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano**. Cuiabá, 2012. 171f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso.
- BEDOR, C. N. G.; RAMOS, L. O.; REGO, M. A. V.; PAVÃO, C. A. **Avaliação dos reflexos da comercialização e utilização de agrotóxicos na região do submédio do Vale do São Francisco**. Revista Baiana de Saúde Pública, v. 31, n.1, p. 68-76, 2007.
- BERALDO, J.C. **Eficiência energética em edifícios: avaliação de uma proposta de regulamento de desempenho térmico para a arquitetura do estado de São Paulo**. 2006. 285p. Dissertação (Mestrado em arquitetura) – Departamento de arquitetura e urbanismo, USP, São Paulo, 2006.
- BOGO, A.; PIETROBON, C. E.; BARBOSA, M. J.; GOULART, S.; PITTA, T.; LAMBERTS, R. **Bioclimatologia aplicada ao projeto de edificações visando o conforto térmico. Seminário**. Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFSC, Florianópolis. 80p. 1994. Disponível em: www.labeee.ufsc.br. Acesso em: 20 Set, 2016.
- BONI, P. C.; MORESCHI, B. M. **Fotoetnografia: a importância da fotografia para o resgate etnográfico**. Doc on-line, n.03, dezembro 2007, www.doc.ubi.pt, pp. 137-157.
Disponível em: http://www.doc.ubi.pt/03/artigo_paulo_cesar_boni.pdf Acesso em: 05 de jul. 2016.
- BORSATO, V. A.; SOUZA FILHO, E. E. **Ação antrópica, alterações nos geossistemas, variabilidade climática: contribuição ao problema**. Revista Formação, Edição Especial, n.13 v.2, 2004.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. Transaction of the ASAE, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; RIGH, E. Z.; BRESSAN, V. C. **Conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria, RS, Brasil**. Revista Ciência Rural, Santa Maria, v.45, n.2, p.223-230, fev, 2015.

Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/crural/article/view/24713/25538> Acesso em: 6 de jul. 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.; ZANELLA, A. J. **Brain measures which tell us about animal welfare.** Animal Welfare (suppl.), South Mimms, v.13, p.41-45, 2004.
- CARNEIRO, T. A.; GUISELINI, C.; PANDORFI, H.; NETO, J. P. L.; LOGES, V.; SOUZA, R. F. L. **Condicionamento térmico primário de instalações rurais por meio de diferentes tipos de cobertura.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.19, n.11, p.1086–1092, 2015.
- CARVALHO, C. C. S.; SANTOS, T.; SILVA, G. C.; SANTOS, L. V.; MOREIRA, S. J. M.; BOTELHO, L. F. R. **Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.7, p.769–773, 2014.
- CARVALHO, C. C. S.; SOUZA, C. F.; TINOCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MENEGALI, I. **Condições ergonômicas dos trabalhadores em galpões de frangos de corte durante a fase de aquecimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.11, p.1243–1251, 2012.
- CARVALHO, G. R.; P, D. F.; N, I. A.; R, L. A. **Índice fuzzy de conforto térmico para frangos de corte.** Revista de Engenharia Agrícola, Jaboticabal - SP. v. 31, n. 2, p. 219-229, 2011.
- CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. **Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, n.4, p.351-361, 2011.
- CASTELLO, L. A **Percepção de lugar. Repensando o Conceito de lugar em Arquitetura-Urbanismo.** Porto Alegre: PROPAR/UFRGS, 2007.
- CASTRO, J. S. M.; CONFALONIERI, U. **Uso de agrotóxicos no município de Cachoeiras de Macacu (RJ).** Ciência e Saúde Coletiva, Rio de Janeiro v. 10, n. 2, p. 473-482, 2005.
- COLLIER JUNIOR, J. **Antropologia visual: a fotografia como método de pesquisa.** (Tradução de Iara Ferraz e Solange Martins Couceiro), São Paulo: EPU/Edusp, 1973.
- COUTO, H. A. **Temperaturas Extremas.** In: Fisiologia do Trabalho Aplicada. Ibérica Editora, Belo Horizonte, 1978.
- CONCEIÇÃO, M. N.; ALVES, S. P.; TELATIN JÚNIOR, A.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; TONOLI, G. **Desempenho de telhas de escória de alto forno e fibras vegetais em protótipos de galpões.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 5, p. 536-539, 2008.

- CORDEIRO, M. B.; T, I. F. F.; S, J. N.; V, R. B. **Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 1, p. 217-224, 2010.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.
- CRAVO, J. C. M.; SARTORI, D. L.; NAKANISHI, E. Y.; FIORELLI, J.; BALIEIRO, J. C. de C.; SANTOS, W. N. **Aplicação de painéis particulados de baixa densidade à base de resíduos agroindustriais como forro para galpões avícolas, Brasília, DF, 2012.** In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 49., 2012, Brasília, DF. Anais... Brasília: SBZ, 2012. CD.
- CRUZ, L. V.; ANGRIMANI, D. S. R.; RUI, B. R.; SILVA, M. A. **Efeitos do estresse térmico na produção leiteira: revisão de literatura. Revista científica eletrônica de medicina veterinária.** Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária. Ano IX, Número 16, Janeiro de 2011. Disponível em: http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/3Kbw8tpmIaJpspv_2013-6-26-10-55-41.pdf. Acesso em: 5 de jul. 2016.
- DANCEY, C. REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows.** Porto Alegre, Artmed. 2006.
- DAMASCENO, F.A.; S, L.; S, J. A. O.; G, R. C. C.; B, F. C. **Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais.** PUBVET, Londrina - PR, v. 4, n. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.
- DAWKINS, M. S. **O papel do comportamento na avaliação de aves de capoeira bem-estar.** Poultry Science Journal do mundo, v.55, v.3, p.295-303, 1999.
- DONALD, J. **Environmental control options under different climate conditions.** World Poultry. Elsevier, v.14, n. 11, p. 22-27, 1998.
- DONKOH, A. **Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens.** International Journal of Biometeorology, v.33, n. 4, p. 259- 265, 1989.
- DUNCAN, I. J. H. **Behavior and behavioral needs.** Poultry Science, v.77, n.12, p.1766-1772, 1998.
- DU PREEZ, J. D.; GIESECKE, W. H.; HATTINGH, P. J. **Heat stress in dairy cattle and other livestock under Southern African conditions. I. Temperature-humidity index mean values during the four main seasons.** Onderstepoort Journal Veterinary Research, Onderstepoort, v.57, n.1, p.77-87, 1990.
- EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Ventilação na avicultura de corte, 2000.** Disponível em:<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf> Acesso em: 19 de set. 2016.

- ESMAY, M. L.; DIXON, J. E. **Environmental control for agricultural buildings**. West Port: AVI, 1986. 287 p.
- ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. Co. Inc. 2nd. Westport: AVI Pub, 1982. 325p.
- FALCO, J. **Bioclimatologia animal**. Lavras: UFLA, 1997.
- FERREIRA, V. M. O. S, FRANCISCO, N. S. I, BELLONI, M. I. **Termografia infravermelha aplicada à avaliação da perda de calor metabólico de pintos alimentados com diferentes densidades de energia**. Revista Brasileira de Ciência Avícola 13: 113-118, 2011.
- FERREIRA, V. M. O. S; FRANCISCO, N. S.; AGUIRRE, G. M. Z.; BELLONI, M.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, P. I. C. L; POLYCARPO, G. V. **Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities**. Revista Brasileira Ciências Avícola, V. 13, n. 2, p.: 113-118, 2011.
- FIGUEIRA, S. V. ; G. M. N.; MOTA, B. ; LEONIDIO, A. R. A.; M. A. A. **Bem-estar animal aplicado a frangos de corte**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 643, 2014.
- FIGURELLI, J.; MORCELI, J. A. B.; VAZ, R. I.; DIAS, A. A. **Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida**. Revista brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental [online]. 2009, v. 13, n. 2, p.204-209, 2009.
- FONSECA, R. A; FUNCK, S. R. **Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 12, n. 1, p. 91-97, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n1/v12n01a14.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- FURLAN, R. L., MACARI, M. SECATO, E. R., GUERREIRO, J. R., MALHEIROS, E. B. **Air velocity abd exposure time to ventilation affect body surface abd rectal temperature of broiler chicken**. Journal Applied Poultry Research, 9:1-5, 2000.
- FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. **Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.559-564, 2003.
- FURTADO, D. A.; TINÔCO, I. F. F.; NASCIMENTO, J. W. B.; LEAL, A. F.; AZEVEDO, M. A. **Caracterização das instalações avícolas da mesorregião do agreste paraibano**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola, v. 25, n. 3, p. 8431-840, 2005.
- FURTADO, D. A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, J. W. B. DO; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. **Efeitos de diferentes sistemas de condicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.10, p.484-489, 2006.

- FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, Ednardo Rodrigues. **Efeito da temperatura ambiente e do empenamento sobre o desempenho de frangas leves e semipesadas.** Revista Ciênc. agrotec., Lavras, v. 29, n. 6, p. 1272-1280, nov./dez, 2005.
- FRANCA, M. L.; CAMERINI, N. L.; MENDES, L. B.; SILVA, V. R.; FURTAD, D. A. **Diagnóstico bioclimático para aves de corte no Município de Campina Grande-PB.** Revista Educação Agrícola Superior, V.22, n.1, p.53-56, 2007.
- FRASER, D. **Animal ethics and animal welfare science: bridging the two cultures.** Appl. Anim. Behav. Sci. V.65. p.171-189, 1999.
- FREEMAN, B. M. **The fowl and its physical environment.** World's Poultry Science Journal, Ithaca, v.25, p.99-111, 1968.
- GIVONI, B. **Comfort climate analysis and building design guidelines.** Rev. energy and buildings: v.18, n.1, p. 11-23, 1992.
- GUIMARÃES, S. M. **O meio ambiente e a ação antrópica: uma abordagem holística para a educação ambiental.** 2008. Disponível em: <http://docplayer.com.br/8621954-O-meio-ambiente-e-a-acao-anthropica.html>. Acesso em: 6 de jul. 2016.
- GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. **Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle.** Journal of Animal Science, California, v.73, n.9, p.2791-803, 1995.
- HALL, A. H. **The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially.** Animal Welfare, v.10, n.1, p.23-40, 2001.
- HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domésticos.** Barcelona: Labor, 1973. 563p.
- HE, J.; HOYANO, A. **Measurement and simulation of the thermal environment in the built space under a membrane structure.** Building and Environment, v.44, p.1119-1127, 2009.
- HOUGHTEN, F. C.; YAGLOU, C. P. **Determining lines of equal comfort.** ASHVE Transaction, St. Joseph, v.29, n.4, p.163-176, 1923.
- HÖTZEL, M. J.; FILHO, L. C. P. M. **Bem-estar Animal na Agricultura do Século XXI.** Revista de Etologia 2004, vol. 6, nº1, mar/2015. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/reto/v6n1/v6n1a01.pdf> Acesso em: 20 de ago. 2016.
- HUBBARD, K. G.; STOOKSBURY, D. E.; HAHN, G. L.; MADER, T. L. **A climatological perspective on feedlot cattle performance and morality related to the temperature-humidity index.** Journal Production Agriculture, Madison, v.12, n.4, p.650-3, 1999.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Barra do Bugres - Mato Grosso-MT.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/default.php>> Acesso em: 25 de jan. 2017.

- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Município de Barra do Bugres - Mato Grosso**. 2012. Disponível em: Acesso em: 25 de Out. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produto interno bruto do município de Barra do Bugres-MT**. 2013. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=510623> Acesso em: 22 de fev. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pecuária – efetivo rebanho de galináceos, município de Barra do Bugres-MT**. 2014. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=510623&search=||inogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas> Acesso em: 22 de mar. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **História, geografia, população IDH e política do município de Barra do Bugres-MT**. 2014. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?codmun=510623> Acesso em: 23 de jan. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo sobre pecuária de Barra do Bugres-MT**. 2015. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=510170&idtema=3&search=mato-grosso|barra-do-bugres|censo-agropecuário-2006> Acesso em: 22 de fev. 2016.
- IPCC – International Panel on Climate Change. 2007. Disponível em <<http://www.ipcc.ch/>> Acesso em 18 de jan. 2016.
- JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. **Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, n.55, p.527-531, 2007.
- JONES, R. B.; MILLS, A. D. **Divergent selection for social reinstatement behavior in Japanese quail: effects on sociality and social discrimination**. Poultry Avian Biology Review, v.10, n.4, p.213-223, 1999.
- KNOWLES, T. G.; BROOM, D. M. **Limb bone strength and movement in laying hens from different housing systems**. Veterinary Record, London, v.126, p.354- 356, 1990.
- LAVOR, C. T. et al. **Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte**. Revista Ciência. Agron., Fortaleza, v. 39, n. 02, p. 308-316, abr-jun, 2008.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997. 192 p.
- LIDA, I. **Ergonomia-projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000 (6ª reimpressão).

- LIMA, K. R.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNOS, M. C.; JESUS, M. L. C.; FERNANDES, D. L. **Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de coberturas na mesorregião metropolitana de Belém.** Revista de ciências agrária, Belém, n. 51, p. 37-50, 2009.
- LIMA, E. L. **O mito do "fator antrópico" no discurso ambiental geográfico.** Revista Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 109-122, set./dez. 2015.
- LINARD, Z. Ú. S. A.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P. **Percepções dos impactos ambientais da indústria de cerâmica no município de Crato estado do Ceará, Brasil.** Sociedad y Territorio, vol. 15, núm. 48, 2015.
- LOUREIRO, C. F. B. **Ambientalismo e lutas sociais no Brasil.** Revista Libertas, Juiz de Fora, v. 2, n. 1, jan./jun. 2002.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 56, de 04 de dezembro de 2007.**
Disponível em: http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/IN_56_04-12-07.pdf
Acesso em: 24 de fev. 2016.
- MARCHANT, J. N.; BROOM, D. M. **Effect of dry sow housing conditions on muscle weight and bone strength.** Animal Science, Pencaitland, v.62, p.105-113, 1996.
- MARCUZZO, F. F. N. **Distribuição espacial da sazonalidade da precipitação pluviométrica no Mato Grosso do Sul e estudo de anomalias interanual,** ACTA Geográfica, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. pp.22-39. Disponível em: <http://revista.ufr.br/actageo/article/viewFile/1366/1479> Acesso em: 02 de set. 2016.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- MARIN, R. H.; FREYTES, P.; GUZMAN, D.; JONES, R. B. **Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks toagemates and strangers.** Applied Animal Behaviour Science, v.71, n.1, p.57-66, 2001.
- MARSON, M. D. **A industrialização brasileira antes de 1930: uma contribuição sobre a evolução da indústria de máquinas e equipamentos no estado de São Paulo, 1900-1920.** Revista Estud. Econ., São Paulo, vol.45, n.4, p.753-785, out-dez. 2015.
- MARTA FILHO, J. **Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico.** 1993. 159 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.
- MARTINS, J. A.; DALLACORT, R.; INOUE, M. H.; GALVANIN, E. A. S.; MAGNANI, E. B. Z.; OLIVEIRA, K. C. **Caracterização do regime pluviométrico**

- no arco das nascentes do Rio Paraguai.** Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.4, 639 - 647, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v26n4/a13v26n4.pdf> Acesso em: 02 de jul. 2016.
- MARTINS, P. C. **O controle do ambiente avícola.** In: Simpósio Internacional de Ambiência e Instalação na Avicultura industrial, 1995, Campinas. Anais. Campinas: FACTA, 1995. p.183 - 203.
- MARTRENCAR, A.; HUONNIC, D.; COTTE, J. P.; BOILLETOT, E.; MORISSE, J. P. **The influence of stocking density on different behavioural, health, and productivity traits of turkey broilers kept in large flocks.** British Poultry Science. Edinburgh, v.40, n. 3, p.323–331, 1999.
- MAZON, A. A. O.; SILVA, R. G. O.; SOUZA, H. A. **Ventilação natural em galpões: o uso de lanternins nas coberturas.** REM: Revista Escola de Minas, v.59, n.2, p.179-184, 2006.
- MEDEIROS, C. M. **Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte.** 2001. 115. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECOM, P. R. **Índice térmico de produtividade para frangos de corte.** Rev. Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande, 9(4):660–665, 2005.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/sociedadennatureza/article/view/9983/pdf_24 Acesso em: 09 de ago. 2016.
- MENEGALI, I.; T, I. F. F.; B, F. C.; C, P. R.; G, M. C. C.; C, M. B. **Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, p.984-990, 2009.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO - MDA. **2º Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário.** 2013. Disponível em: http://portal.mda.gov.br/portal/condraf/arquivos/view/Documento_de_Referencia_2CNDRSS.pdf Acesso em: 26 de mar. 2016.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** Série teses e monografias, nº 25, Instituto de Geografia da USP, São Paulo. 181 p. 1976.
- MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECOM, P. C. **Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento amianto e suas diferentes associações.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3, n.1, p.89-92, 1999.

- MORAES, S. R. P. **Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frangos de corte, no sudoeste de Goiás.** Tese de Doutorado apresentada a Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Minas Gerais, 2002.
- MOREIRA P. S. P.; DALLACORT R.; MAGALHÃES R. A.; INOUE M. H.; STIELER M. C.; SILVA D. J.; MARTINS J. A. **Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de nova Maringá-MT.** Revista de Ciências Agro-Ambientais, v. 8, n. 1, p. 9- 20, 2010. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/2_artigo_v8.pdf Acesso em: 03 de set. 2016.
- McPHERSON, R. K. **What makes people accept a thermal environment? - Solar energy application in design of building.** In: SOLAR HEATING CONGRESS, Anais. Londres, Editora Applied Science LTD, 1980.
- McMICHAEL, A. J. **From hazard to habitat: rethinking environment and health.** Epidemiology, v. 10, n. 4, p. 460-464, 1999.
- NASCIMENTO, G. R. do.; NÃÃS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. **Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.6, p.658–663, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n6/v18n6a14.pdf> Acesso em: 04 de ago. 2016.
- NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUSELIN, C. **Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.13, n.6, p.802–808, 2009. Campina Grande, PB, UAEA/UFCG. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000600020 Acesso em: 13 de set. 2016.
- NAZARENO, A. C.; SILVA, I. J. O da.; VIEIRA, F. M. C.; CAMARGO, J. R. de.; MEDEIROS, S. R. R. **Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol. 17, p. 327-332, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013000300012 Acesso em: 22 de nov. 2016.
- NEDEL, A. S. **Condições meteorológicas favoráveis à ocorrência de doenças respiratórias em crianças na cidade de São Paulo.** 189p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- NORGAARD-NIELSEN, G. **Bone strength of laying hens kept in alternative system, compared with hens in cages and on deep litter.** British Poultry Science, Basingstoke, v.31, p.81-89, 1990.

- NOVAIS, J. W. Z. **Variação espaço-temporal dos fluxos radiativos abaixo do dossel em floresta sazonalmente alagada no pantanal Mato-grossense**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2013.
- OKE, T. R. **Review of urban climatology: 1968-1973**. Geneva: World Meteorological Organization, 1974 (WMO Technical Note, n. 134).
- OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. *Quart. Journal. Roy. Met. Soc.*, 108, 1-24.1982.
- OLIVEIRA, L. M. F.; JUNIOR, T. Y.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G. de.; SILVA, M. P da. **Zoneamento bioclimático da região sudeste do brasil para o conforto térmico animal e humano**. *Revista de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.3, p.823-831, set.dez. 2006.
Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v26n3/20.pdf> Acesso em: 20 de out. 2016.
- OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, R. F. M de.; DONZETE, J. L.; CECON, P. R.; VAZ, R. G. M. V.; ORLANDO, U. A. D. **Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias**. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, ago. 2006.
Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/20.pdf> Acesso em: 20 de out. 2016.
- OLGYAY, V. **Clima y arquitectura en Colombia**. Cali: Carvajal, 1968. 240 p.
- OLGYAY, V. **Design with climate-bioclimate approach to architectural regionalism**. Princeton: University Press, 1963. 190 p.
- ORNSTEIN, S. W.; ROMERO, M. **Avaliação Pós-ocupação do Ambiente Construído**. Studio Nobel, EDUSP, São Paulo, 1992.
- OSMAN, A. M.; TANIOS, N. I. **The effect of heat on the intestinal and pancreatic levels of amylase and maltase of laying hens and broilers**. *Comparative Biochemistry Physiology*, v.75a, n.4 p.563-7, 1983.
- 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*, v.27, p.611-618, 2007.
- PASSINI, R.; ARAÚJO, M. A. G., YASUDA, V. M.; ALMEIDA, E. A. **Intervenção ambiental na cobertura e ventilação artificial sobre índices de conforto para aves de corte**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 17, n. 3, p. 333–338, 2013. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n3/13.pdf>>. Acesso em: 29 jan. 2016.
- PASSINI, R.; ARAÚJO, M. A. G. de.; YASUDA, V. M. **Intervenção ambiental na cobertura e ventilação artificial sobre índices de conforto para aves de corte**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.3, p.333–338, 2013.

Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n3/13.pdf> Acesso em: 04 de nov. 2016.

- PASTORE, E. L.; FONTES, R. M. **Em caracterização e classificação dos Solos**; Oliveira, A. M. S.; Brito, S. N. A., eds.; Associação Brasileira de Geologia de Engenharia: São Paulo, 1998.
- PAULA, M. O.; CAETANO, S. P., MOREIRA, G. R., AMORIM, M. M., DURAN, M. C. **Identificação da tipologia construtiva de galpões avícolas no Estado do Espírito Santo**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 641-653, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/identificacao.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.
- PINTO, M. A. V., SOUZA, H. A., FREITAS, M. S. R. **Construções metálicas**. Publicações Especializadas da Associação Brasileira de Construção Metálica, v. 7, n.50, p.34-38, 2001.
- PONCIANO, P. F.; L, M. A.; J, T. Y.; F, G. A. S. **Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão**. Archivos de Zootecnia. Córdoba. Espanha, n. 60, p. p1-13, 2011.
- RECENA, M. C. P.; CALDAS, E. D. **Percepção de risco, atitudes e práticas no uso de agrotóxicos entre agricultores de Culturama, MS**. Revista de Saúde Pública, v. 42, n. 2, p. 294-301, 2008.
- REIS, F. R. D. **Avaliação e controle do risco de estresse térmico dos trabalhadores no corte manual de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Medicina do Trabalho, v.12, n.2. p.73, 2014.
- RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. Porto Alegre: D.C. Luzzatto Editores, 1986. 240 p.
- RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; NASCIMENTO, S. T.; VIEIRA, F. M. C. **Instalações avícolas no Estado de São Paulo - Brasil: os principais pontos críticos quanto ao bem-estar e conforto térmico**. Revista THESIS, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 24-30, 2009. Disponível em: <http://www.cantareira.br/thesis2/ed_12/3_instalacoes.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2016.
- RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; NASCIMENTO, S. T.; VIEIRA, F. M. C.; **Instalações avícolas no Estado de São Paulo- Brasil: os Principais pontos críticos quanto ao bem-estar e conforto térmico**. Revista THESIS, São Paulo, ano V, número 11, páginas 24-30, 2º semestre.
- RODRIGUES, V. C.; S, I. J. O.; V, F. M. C.; N, S. T. **A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock**. Int. J. Biometeorol. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.
- ROIZ, D. S. **Uma “nova” interpretação das origens do capitalismo?** Revista Mundos do Trabalho, vol.1, n. 1, janeiro-junho de 2009.

- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. São Paulo: Pró Editores, 2000.
- ROSENBERG, N. J.; BLAD, B. L.; VERMA, S. B. **Microclimate: the biological environment**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1983. 495p.
- ROSSETTO, A. M.; ORTH, D. M.; ROSSETO, C. R. **Gestão ambiental integrada ao desenvolvimento sustentável: um estudo de caso em Passo Fundo (RS)**. Revista RAP, Rio de Janeiro 40(5):809-40, set./out. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v40n5/a04v40n5.pdf> Acesso em: 05 de dez. 2016.
- ROUTMAN, K. S.; YOSHIDA, L.; FRIZZAS, L.; MARCARI, M.; PIZAURO, M. JR. **Intestinal and pancreas enzyme activity of broilers exposed to thermal stress**. Rev. Bras. Cienc. Avic., Campinas, v. 5, n. 1, abr. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v5n1/16650.pdf> Acesso em: 01 de jan. 2017.
- RUAS, A. C. **Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificadas e sua aplicação num software**. 2002. 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2002.
- SALVIANO, M. F.; GROPPPO, J. D.; PELLEGRINO, G. Q. **Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 31, n. 1, 64-73, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v31n1/0102-7786-rbmet-31-01-0064.pdf> Acesso em: 05 de jan. 2017.
- SANTOS, F. M. S. **Análise de desempenho térmico e lumínico em uma escola pública na cidade de Cuiabá/MT: estudo de caso**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Física Ambiental, Cuiabá, 2012.
- SANTOS, P. A.; YANAGI JÚNIOR, T.; TEIXEIRA, V. H.; FERREIRA, L. **Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados**. Engenharia Agrícola, v.25, n.3, p.575-584, 2005.
- 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. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/162_ebook_Maio_2012_.pdf Acesso em: 25 de ago. 2016.
- SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B. DO; SILVA, J. H. V. **Efeito da Pintura Externa do Telhado Sobre o Ambiente Climático e Desempenho de Frangos de Corte**. Agropecuária Técnica, João Pessoa, p. 117-122, 2005. Disponível em: http://www.cca.ufpb.br/revista/pdf/2005_2_6.pdf. Acesso em: 30 jan. 2016.

- SEVEGNANI, K. B.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I. J. O. **Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico**. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.51, n.1, p.1-7, 1994.
- SEVEGNANI, K. B.; CAROR, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J. **Zootecnia de precisão: Análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.9, n.1, p.115-119, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v9n1/v9n1a17.pdf> Acesso em: 02 de ago. 2016.
- SILVA, E. P. **O cotidiano dos viajantes nos caminhos fluviais de Mato Grosso- 1870-1930**. Cuiabá: Entrelinhas, 2004.
- SILVA, E. T. **Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesorregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense**. Revista Acadêmica, V.5, n.4, p.385,390, 2007.
- SILVA, E. T.; LEITE, D. G.; YURI, F. M.; NERY, F. S. G.; REGO, J. C. C.; ZANATTA, R. A.; SANTOS, S. A.; MOURA, V. V. **Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves na mesorregião Metropolitana de Curitiba – PR**. Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, V. 2, n.3, p.47-60, 2004.
- SILVA, I. J. O.; F. M. C. **Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira**. Archivos de Zootecnia, v. 59, p. 113-131, 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, 2001. p.150- 214.
- SILVA, I. J. O. et al. **Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira**. Archivos de Zootecnia, v. 59, p. 113-131, 2010. Disponível em: <http://www.nupea.esalq.usp.br/imgs/producao/08-11-34-1869REVISIONAmbiencSilva.pdf> Acesso em: 14 de jul. 2016.
- SILVA, R. G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo - SP, 2000. 286p.
- SILVA, M. G. **Sustentabilidade socioambiental e a retórica neodesenvolvimentista: apontamentos sobre meio ambiente e saúde no Brasil**. Revista Serv. Soc. Soc., São Paulo, n. 123, p. 428-446, jul./set. 2015.
- SILVA, M. G. **Desempenho térmico de tipos de coberturas no interior de modelos reduzidos de galpões avícolas**. Revista Energia na Agricultura, Botucatu, vol. 30, n.3, p.269- 275, julho-setembro, 2015. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.17224/EnergAgric.2015v30n3p269-275> Acesso em: 03 de fev. 2017.
- SOUZA, V. M. **Para o mercado ou para a cidadania? A educação ambiental nas instituições públicas de ensino superior no Brasil**. Revista Brasileira de Educação v. 21 n. 64 jan-mar. 2016.

- SOUZA, A.; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; CAVAZZANA, G. H.; FILHO, A. C. P. **Modelo de Thom para o zoneamento bioclimático de Mato Grosso do Sul**. Revista de Geografia Norte Grande, 46: 137-147, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n46/art08.pdf> Acesso em: 18 de set. 2016.
- SOUTO, A E. M. **Projeto arquitetônico e a relação com o lugar nas obras de Paulo Mendes da Rocha 1958-2000**. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura, Porto Alegre - RS, 2010.
- SUNDRUM, A. **Organic livestock farming – A critical review**. Livestock Production Science, v.67, n.3, p.207-215, 2001.
- SCHÄFER, E. F.; GOMIDE, F. P. B. **Avaliação Pós-Ocupação do conjunto habitacional Moradias União Ferroviária Bolsão Audi/União, Curitiba (PR)**. Revista Eng Sanit Ambient, v.19, n.2, abr/jun, 155-164, 2014.
- SciELO, **Scientific Electronic Library Online**. Disponível em: <<http://www.scielo.org>> Acesso em: 26 de mar. 2015.
- SHEPPARD, A.; EDGE, S. **Economic and operational impacts of the proposed EU directive laying down minimum standards for the protection of chickens kept for meat production**. Exeter: Research undertaken for Defra by the University of Exeter Centre for Rural Research and ADAS, 2005. 246p.
- SPEARMAN, C., **The proof and measurement of association between two things**. American Journal Psychology 15, 72–101, 1904.
- TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. L. A.; QUINTEIRO, R. R. **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, v.58, n.4, p.624-632, 2006.
- TEIXEIRA, I. A. M.; GOMES, R. A.; CASTAGNINO, D. S.; FIGUEIREDO, F. O. de M.; HÄRTER, C. J.; BIAGIOLI, B.; SILVA, S.; RIVERA, A. R. de. **Inovações tecnológicas na caprinocultura**. Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador, v.14, n.1, p.104-120 jan/mar., 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v14n1/12.pdf> Acesso em: 20 de mai. 2016.
- TINÔCO, I. F. F. **Ambiência e instalações para a avicultura industrial**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3, 1998, Poços de Caldas, MG. Anais... Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86
- TINÔCO, I. F. F. **Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros**. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas. v.3, n.1, p.1-26, 2001.

- TINÔCO, I. F. F. **Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas.** In: Silva, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical.* v.2. Piracicaba: ESALQ, 2001. p.150-214.
- TIMMONS, M. B.; GATES, R. S. **Predictive model of laying hen performance to air temperature and evaporative cooling:** Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 31, n. 5, p. 1503-1509, set./out. 1988.
- TRIOLA, Mario F. **Introdução á Estatística,** 7a ed., Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- THOM, E. C. **The discomfort index.** Weatherwise, Washington, v.12, n.2, p.57-60, 1959.
- UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual,** 2014. 55 p.
Disponível em:
<http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>
Acesso em: 20 de mai. 2016.
- UBABEF - UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual.** 2015. 248 p.
Disponível em:
<http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf>
Acesso em: 20 de ago. 2016.
- VALERIANO, M. M.; SALVI, L. L.; ARAGÃO, J. R. L. **Relações entre a distribuição da precipitação e o relevo da bacia do alto Paraguai.** In: Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 4, Bonito, MS, 20-24 de outubro de 2012. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 289-298. 1 DVD. Disponível em: <http://www.geopantanal2009.cnptia.embrapa.br/cd/pdf/p65.pdf>. Acesso em: 5 de set. 2016.
- 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. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n6/30.pdf> Acesso em: 28 de out. 2016.
- VIOLA, E. S.; VIEIRA, S. L.; TORRES, C. A.; FREITAS, D. M de.; BERRES, J. **Desempenho de frangos de corte sob suplementação com ácidos láctico, fórmico, acético e fosfórico no alimento ou na água.** Revista Bras. Zootec., v.37, n.2, p.296-302, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n2/16.pdf> Acesso em: 21 de nov. 2016.
- VITORASSO, G.; P, D. F. **Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 13, n. 6, p. 788-794, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a18.pdf> Acesso em: 08 de ago. 2016.
- WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P; CATELAN, F.; UTTAPATEL, R. **Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas**

de climatização. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1463-1467, 2008.

Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n8/v37n8a18.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

XAVIER, A.A.P. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** 1999. 209p. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) – Departamento de engenharia civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in Livestock. Poultry.** v. 03, p. 159, 1985.

7.2 Bibliografias consultadas

- BARROS, M. P. **Estudo Microclimático e Topofílico no Parque Mãe Bonifácia da Cidade de Cuiabá - MT.** 2009. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) - Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2009.
- LEÃO, E. B. **Carta Bioclimática de Cuiabá.** 2007. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) - Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá, MT: UFMT, 2007.
- NASCIMENTO, G. R. **Termografia aplicada à avaliação do ambiente térmico de alojamento e do conforto térmico de frangos de corte.** 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas - Campinas, SP: UNICAMP, 2011.
- SCHIASSI, L. **Desempenho e comportamento de frangos de corte em túneis de vento climatizados.** 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras - UFLA, Minas Gerais, - MG: UFLA, 2013.