

Condições Higrotérmicas em Instalações Avícolas com Diversidade Técnica Construtiva na Cidade de Barra do Bugres-MT

Hygrothermics Conditions in Poultry Facilities with Constructive Technical Diversity in the City of Barra do Bugres-MT

Thiago Fernandes^a; Jonathan Willian Zangeski Novais^b; Carlo Ralph de Musis^{b*};
Marta Cristina de Jesus A. Nogueira^b; Valdemir Lino do Nascimento^c; Thaiany Fernandes^d

^aUniversidade Federal Rural da Amazônia. AM, Brasil.

^bUniversidade de Cuiabá, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências Ambientais. MT, Brasil.

^cUniversidade Federal de Mato Grosso, Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambientes e Sistemas Agrícolas. MT, Brasil.

^dUniversidade do Estado de Mato Grosso. MT, Brasil.

*E-mail: carlo.ralph@kroton.com.br

Resumo

A avicultura de corte brasileira tem investido, constantemente, em inovações tecnológicas, permitindo novos conceitos de sistemas de produção de frangos de corte. Esses avanços se devem à caracterização do 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 desta pesquisa foi avaliar o ambiente termohigrométrico 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. Amiúde, procedeu-se às caracterizações macro e microclimáticas 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 (%), em diferentes períodos do dia. 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 corrobora com características de serem condutores térmicos, influenciando nos resultados expostos as condições de conforto. 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 para a realidade da região de estudo.

Palavras-chave: Microclima. Tipologias de Construção. Avicultura de Corte.

Abstract

Brazilian broilers farming has constantly invested in technological innovations, allowing new concepts of production systems for broilers. These advances are the characterization of its climate and types of open aviaries, which always put Brazil in beneficial circumstances, highlighted by the results of performance and the poultries' well-being. The objective of this research was to evaluate the termohigrometro environment of colonial broilers aviaries, located in Middle North region of Mato Grosso, rural municipality of Barra do Bugres, Mato Grosso. Frequently, it was undertaken the macro and microclimate characterisations of the environment with the aid of a micro platform controlled by conventional sensor. The evaluation was made based on air temperature (°C) and relative humidity (%) at different times of the day. Data collections were carried out for the hot-humid and hot-dry. It was observed the influence of types of materials used to observe that most of these corroborate with features as being thermal conductors, influencing the results exposed the conditions of comfort, 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 the reality of the region of study

Keywords: Microclimate. Types of construction. Poultry farming.

1 Introdução

A avicultura brasileira é uma atividade agropecuária de destaque mundial, devido ao baixo custo de produção e adequada qualidade do produto final. O abate anual de frangos foi de 5,6 milhões de unidades, em 2013, resultando em um aumento de 6,8% em relação ao ano de 2012. Do volume total de frangos produzidos pelo país, 68,4% foram destinados ao consumo interno e 31,6% se dispôs para a exportação. Com isso, o consumo *per capita* de carne de frango atingiu um total de 41,8kg habitante/ano (UBABEF, 2014).

Bassi *et al.* (2013) ressaltam que esse desenvolvimento se deu em virtude dos avanços científicos e tecnológicos

ocorridos nas áreas de nutrição, de manejo, de sanidade, de genética, de produtos veterinários e, mais recentemente, no condicionamento térmico das instalações, o que transformou o empreendimento, em um importante complexo agroindustrial, se responsabilizando por 1,5% do PIB do Brasil.

Para que os animais possam exprimir todo o seu potencial produtivo, é indispensável ponderar a integração genética, nutricional, sanitária e ambiente térmico (FALCO, 1997). Essa interação, quando equilibrada, permite que a cadeia produtiva estenda todo o seu potencial, possibilitando um melhor manejo da ambiência animal e, conseqüentemente, maior beneficiamento do produto final, oferecendo assim menor risco de mercado ao produtor.

Na produção animal, o aumento da temperatura do ar provoca sérios problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar, pois o desempenho produtivo depende, dentre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre estes. Desta forma, Nascimento *et al.* (2014) mencionam que o conforto térmico dentro das instalações está diretamente relacionado com o calor produzido pelos animais, o calor que é absorvido, por meio da radiação solar, o calor trocado pelos materiais de cobertura, paredes, piso ou cama e as trocas térmicas provocadas pela ventilação, de forma natural ou mesmo artificial. He e Hoyano (2009) relatam que a transmissão de energia solar é considerada um dos principais fatores que afeta, diretamente, o ambiente térmico, sendo o seu conhecimento prestante a avaliação mais acurada da infraestrutura e/ou manejo adequado das cadeias produtivas como um todo.

Essas trocas de energia realizadas no sistema ave-galpão ocorrem, por meio de quatro componentes principais: radiação, condução, convecção (trocas sensíveis) e evaporação (troca latente), que nas aves ocorre pela taquipneia, sendo esse último, um importante mecanismo de trocas térmicas entre o animal e o ambiente de produção.

Nascimento *et al.* (2014) comentam que o aumento na temperatura superficial das aves pode servir como um parâmetro a ser observado, que se exprime, neste contexto, como uma resposta fisiológica das aves as condições inadequadas do aviário.

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, nos quais os recursos são limitados e dependentes de editais ou mesmo de recursos próprios de pesquisadores.

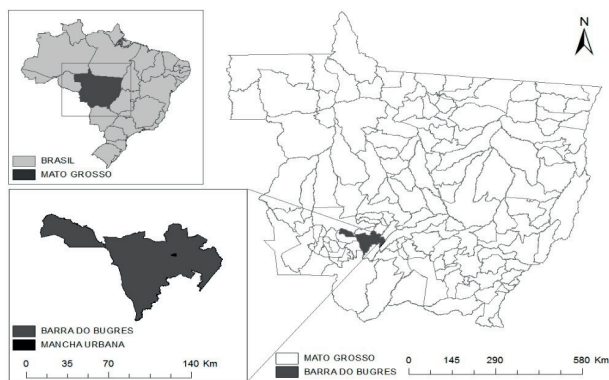
Portanto, objetivou-se com essa pesquisa avaliar o ambiente termohigrometro de aviários de frango de corte colonial, localizados na mesorregião do médio norte mato-grossense, zona rural do município de Barra do Bugres, Mato Grosso.

2 Material e Métodos

2.1 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 (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização geográfica e mancha urbana do município de Barra do Bugres, Mato Grosso, Brasil

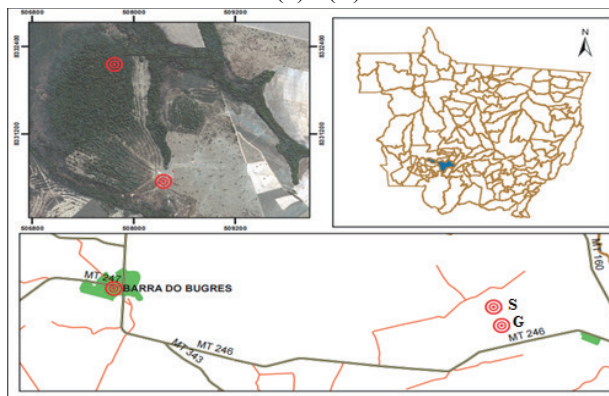


Fonte: Os autores.

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).

Delimitou-se a pesquisa com frangos de corte da raça colonial (*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 Figura 2.

Figura 2 - Mapa de localização do município de Barra do Bugres, Mato Grosso e dos aviários (S) e (G)



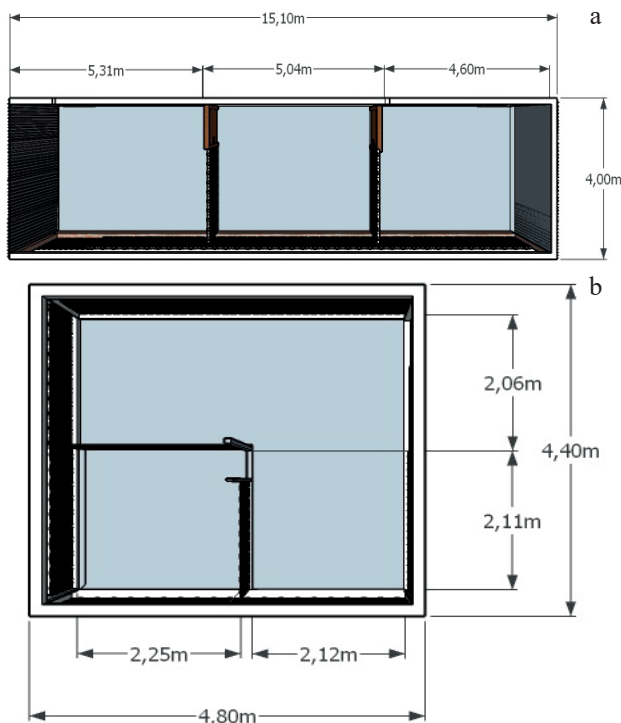
Fonte: Os autores.

Além de representar a localização de ambos os aviários, o mapa traz informações importantes como suas distâncias até a cidade de Barra do Bugres, que fica aproximadamente a 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 (Figura 3), 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 3 - Dimensões construtivas dos aviários em estudo, sendo: a) aviário (G) e b) aviário (S), respectivamente



Fonte: Os autores.

A Figura 3 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.

2.2 Método

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, gerados a partir do programa SigmaPlot, versão 11.0.

2.3 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 (Quadro 1).

Quadro 1 -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

Fonte: Dados da pesquisa.

Foi priorizada a coleta a campo *in loco* regular com pelo menos quatro dias para o mês em questão, correspondente a estação do período. Embora se argumenta 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 LaMAMóvel), o custo com materiais de consumo, bem como o período/tempo disponível para acesso ao lote produtivo de frangos, antes de seu abate.

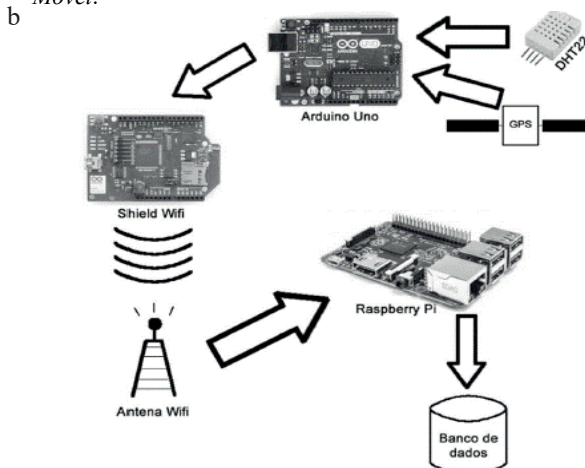
Segundo Marcuzzo (2014), a região na qual se encontra a bacia do rio Paraguai apresenta dois períodos distintos em relação à precipitação. Um período seco, que vai de junho a agosto e um período úmido, de setembro a maio, sendo que se pode considerar os meses de setembro e maio como meses de transição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

2.4 Técnica de coleta de dados

A estação Kestrel e a LaMAMóvel 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 à programação já efetivada na estação “LaMAMóvel” (Figura 4), possibilitando somente, adaptar a estação portátil “Kestrel” ao mesmo intervalo de tempo proposto.

Figura 4 - Ilustração do funcionamento da estação LaMAMóvel.

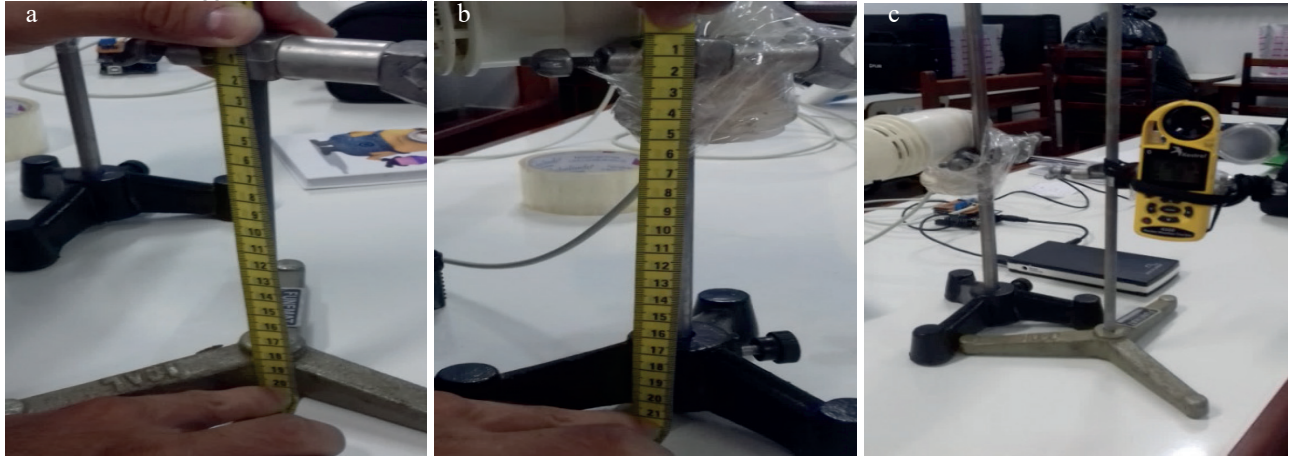


Fonte: Adaptado de Abdala (2015).

A altura máxima sugerida para a superfície do solo, com foco em instalação das estações levou em consideração a mesma abordagem de critérios estabelecidos para seres humanos, na qual se 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 (Figura 5).

Figura 5 - Medição da altura real (20 cm da superfície) na qual foram fixadas as estações, sendo: a) tripé da estação Kestrel; b) tripé da estação LaMAlLogger Móvel e c) ambas fixadas sob a mesma altura.



Fonte: Os autores.

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

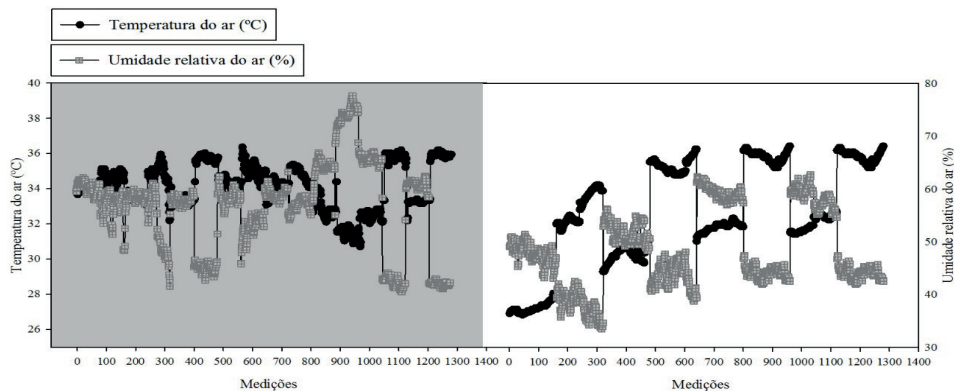
de temperatura do ar e de umidade relativa do ar. De posse dos dados foram feitos alguns tratamentos estatísticos, tais como: a caracterização microclimática dos aviários através de uma análise estatística descritiva e a construção de gráficos por aviários, usando o software de modelagem Sigmaplot, versão 11.0.

3 Resultados e Discussão

3.1 Caracterização do microclima dos aviários

A caracterização do microclima tanto do aviário (G) como (S) para a estação quente-úmida e quente-seca é apresentada na Figura 6, a partir do comportamento das variáveis.

Figura 6 - 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



Fonte: Dados da pesquisa.

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 de umidade relativa do ar por estações do ano, a partir dos dados captados pela estação LaMALogger Móvel nos aviários (Quadro 2).

Quadro 2 - Estatísticas 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

Fonte: Dados da pesquisa.

Em apreciação aos resultados obtidos para a 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 se obteve 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 %.

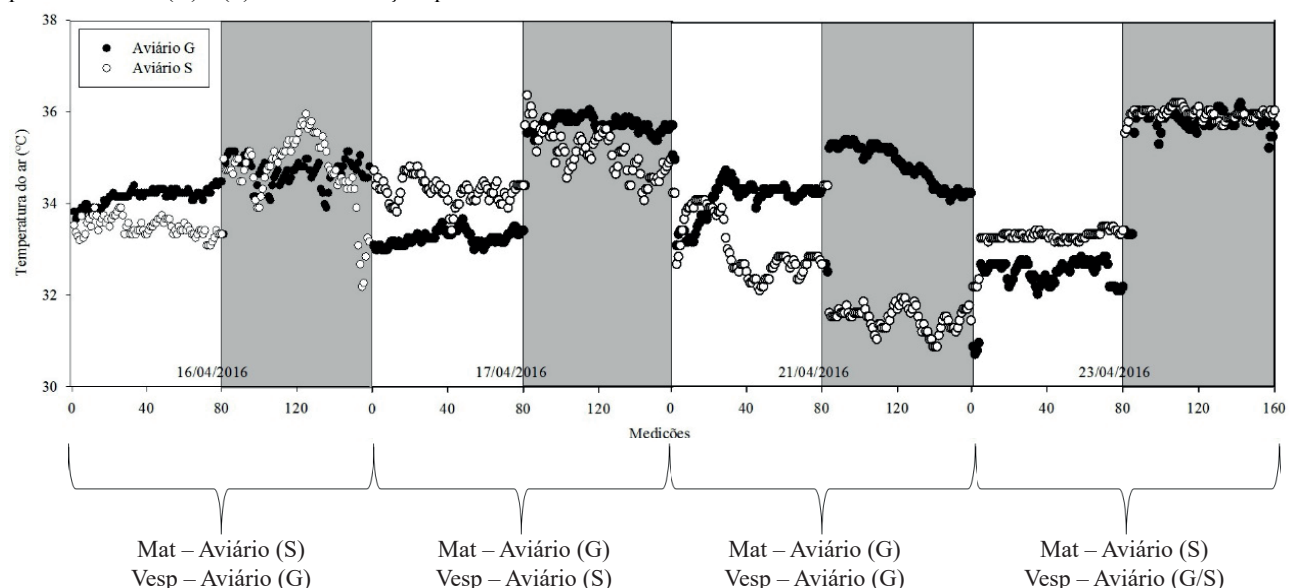
Consequente, sobre os mesmos critérios de apreciação, para estação quente-seca, a temperatura do ar média foi de 32,68 °C com um desvio padrão de 2,85 °C. Sua variância foi de 8,132, que neste caso, considera-se também que os dados estão próximos

de sua média. Por fim, para a variável umidade relativa do ar se obteve 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%.

3.1.1 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 (Figura 7 e 8), analisando a relação existente entre essas variáveis, por dia e períodos matutinos e vespertinos, bem como suas médias e desvios padrão (Quadro 3 e 4).

Figura 7 - 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



Fonte: Os autores.

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) se comportou, termicamente, em 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 a 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 apresentaram comportamentos semelhantes, em que observou 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 em relação 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, a posição e a 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.

Quadro 3 - Médias e desvios da temperatura do ar (°C), ordenados por dia de coleta para o aviário

Aviário (G)				Aviário (S)		
Temperatura do ar (°C)				Temperatura do ar (°C)		
Dias	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

Fonte: Dados da pesquisa.

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.

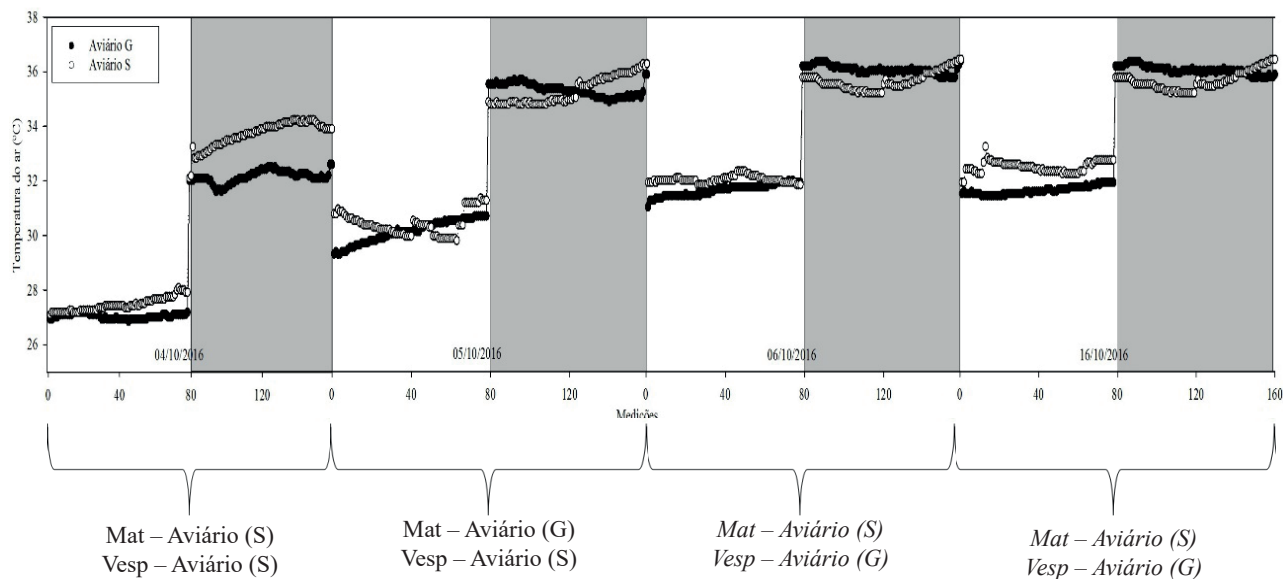
Nota-se que o dia 23 de abril foi o que aclarou o menor valor médio de temperatura do ar com 34,06 °C e desvio padrão de 1,72 °C. Mesmo apresentando a menor média dentre os dias analisados, comenta-se que os dados coletados não demonstram muitas diferenças, pois sua variabilidade foi de 5% do valor da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

Figura 8 - 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



Fonte: Os autores.

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 perante a justificativa de que o aviário (S) é constituído por uma cobertura de lona para efeito de proteção, sendo esta 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 5 de outubro, pelo período matutino, ocorreu um comportamento semelhante, em que no aviário (S) foram observados 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) apresentou a variável temperatura que se comportou termicamente mais elevada por um período de tempo e, posteriormente, observou uma troca de posições em que o aviário (S) se comportou 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 se 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.

Quadro 4 - 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

Fonte: Dados da pesquisa.

Ponderando os parâmetros de média e desvio padrão da variável temperatura do ar prestante do aviário (G), a 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, é possível 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 impliquem uma análise mais acurada.

Sopesando os mesmos parâmetros e variáveis 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

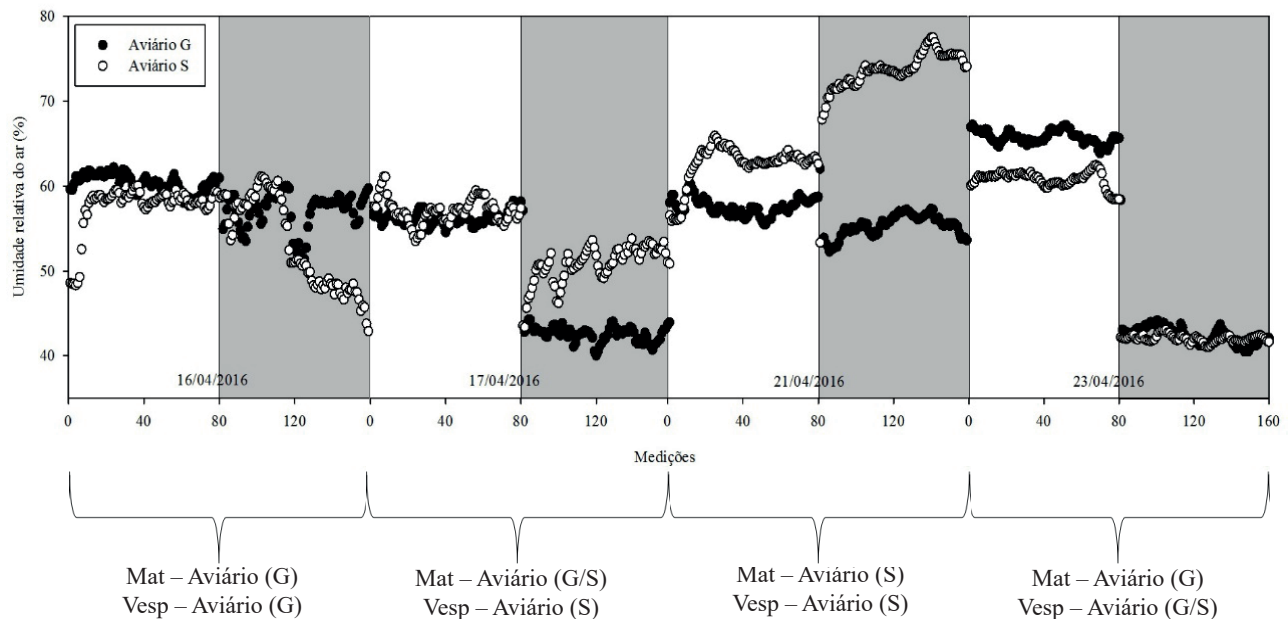
demonstraram uma situação considerável de “alerta”, pois sua variabilidade foi de 10% do valor de sua média, explicitando dispersão dos dados.

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 diferente dos demais.

3.1.1 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 se realizar a plotagem desses dados em relação ao número de medições/estações do ano (Figuras 9 e 10), analisando a relação existente entre essas variáveis, por dia e períodos matutino e vespertino, bem como suas médias e desvios padrão (Quadros 5 e 6).

Figura 9 - 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



Fonte: Os autores.

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 muitos 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 se encontra locado a cerca de 6 metros de uma árvore, de grande porte, que durante o período vespertino, conforme posição do sol propicia uma sombra que se prolonga para 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 em que 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 se observou 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 %. Amiúde, 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.

Quadro 5 - 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)		
Umidade relativa do ar (%)			Umidade relativa do ar (%)		
Dias	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	

Fonte: Dados da pesquisa.

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.

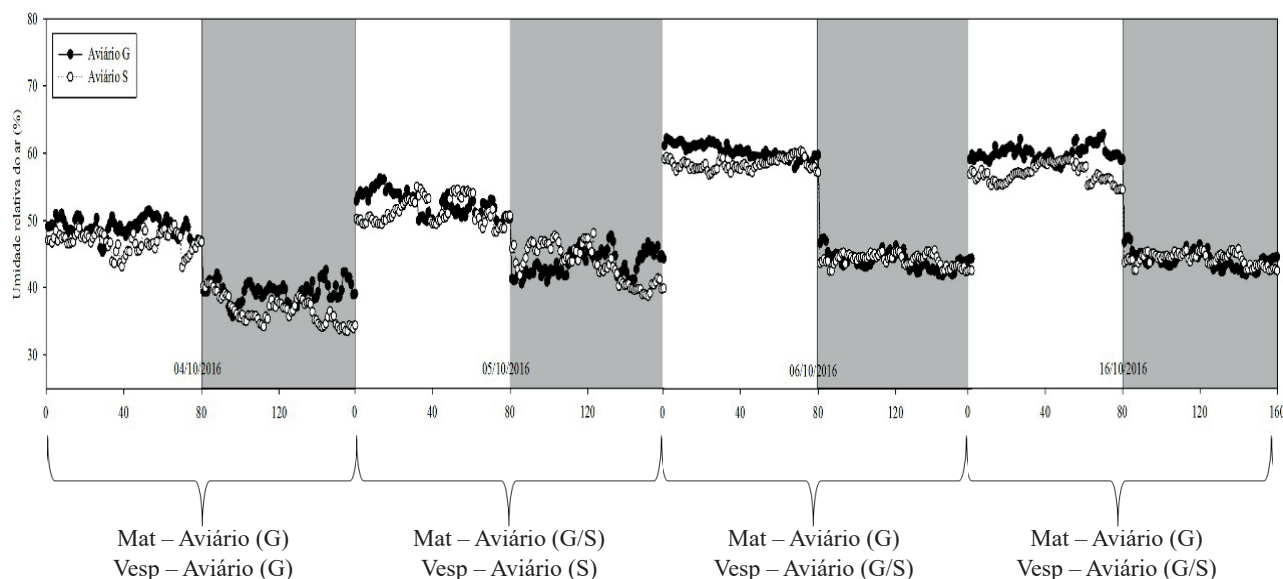
O dia 17 de abril foi o que apresentou a menor média, sendo de 51,53 % com desvio padrão de 6,46 %.

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 propicia se observar 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, em que 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 10 - 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



Fonte: Dados da pesquisa.

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 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 nas quais 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, conseqüente, 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) demonstrou aumento da umidade, sobrepondo-se ao aviário (S).

No dia 06 de outubro, no período matutino, o aviário (G) se destacou 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 se observou que para o período matutino, o aviário (G) se comportou com uma umidade média relativa do ar de 52,07 % e o aviário (S) com média de 50,40%. Repetidamente, notou-se 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.

Quadro 6 - Médias e desvios da umidade relativa do ar (%), ordenados por dia de coleta para o aviário (G) e aviário (S) durante a estação quente-seca

AVIÁRIO (G)				AVIÁRIO (S)		
Umidade relativa do ar (%)				Umidade relativa do ar (%)		
Dias	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

Fonte: Dados da pesquisa.

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 a 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 os dias 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 preocupante 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, em que 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%.

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 submetidos 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 à estação quente-seca, comenta-se que o dia 16 de outubro foi o que registrou 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 presentes por estações do ano, conclui-se que o aviário (G) foi o que legitimou sendo o de maior desconforto térmico para ambas.

Referências

- ABDALLA, B.S. *Desenvolvimento de datalogger e servidor de banco de dados via embarcados: um estudo de coleta de dados de transectos móveis georeferenciados*. Cuiabá, 2015. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade de Cuiabá.
- ALBINO, J.J. et al. *Cartilha: construção de aviário para produção de frangos de corte em sistemas alternativos em pequena escala*. Embrapa Suínos e Aves-Folderes/Folhetos/Cartilhas (INFOTECA-E), 2009.
- 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 em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2012.
- BASSI, N.S.S.; DA SILVA, C.L.; SANTOYO, A. Inovação, pesquisa e desenvolvimento na agroindústria avícola brasileira. *Estudos Sociedade e Agricultura*, v. 4, 2013. Disponível em: <file:///N:/Revistas%20Cient%C3%ADficas/Journal%20of%20Health%20Science/Revistas%202017/v.19,%20n.4,%202017/5172%20-%20Facetas%20ceramicas%20esteticas/Imagens/374-1014-1-PB.pdf>
- FALCO, J. *Bioclimatologia animal*. Lavras: UFLA, 1997.
- 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.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Contexto Histórico: município de Barra do Bugres - Mato Grosso – Mato Grosso*. Brasil. 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/default.php> Acesso em: 25 de jan. 2017.
- MARCUZZO, F.F.N. Distribuição espacial da sazonalidade da precipitação pluviométrica no Mato Grosso do Sul e estudo de anomalias interanual. *ACTA Geográfica*, v.8, n.16, p.22-39, 2014.
- MARTINS, J.A. et al. Caracterização do regime pluviométrico no arco das nascentes do Rio Paraguai. *Rev. Bras. Meteorol.*, v.26, n.4, p.639-647, 2011.
- NASCIMENTO, G.R. do et al. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.*, v.18, n.6, p.658-663, 2014.
- OKE, T.R. *Review of urban climatology: 1968-1973*. Geneva: World Meteorological Organization, 1974.
- OKE, T.R. The energetic basis of the urban heat island. *Quart. J. Roy. Met. Soc.*, n.108, p.1-24, 1982.
- PASTORE, E.L.; FONTES, R.M. Caracterização e classificação de solos. *Geologia Engenharia*, p.197-210, 1998.
- RUAS, A.C. *Sistematização da avaliação de conforto térmico em ambientes edificados e sua aplicação num software*. 2002. 182 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- SILVA, E.T. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesorregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense. *Rev. Acadêmica*, v.5, n.4, p.385,390, 2007.
- UBABEF - União Brasileira de Avicultura. *Relatório Anual*, 2014/2015.