

USO DE EQUIPAMENTOS LOCAIS E REMOTOS PARA DETERMINAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO NA INTEGRAÇÃO FRUTICULTURA PECUÁRIA EM OVINOS NA AMAZONIA

USE OF LOCAL AND REMOTE EQUIPMENT FOR THE DETERMINATION OF THERMAL COMFORT IN THE INTEGRATION OF FRUIT GROWING AND LIVESTOCK IN SHEEP IN THE

Polyana Rafagnin¹ , Sandro Marcelo Caravina² 

Recebido em 31 de Agosto de 2023 | Aprovado em 06 de Outubro de 2023.

RESUMO

O conforto térmico é fator relevante refletindo no desempenho animal na ovinocultura, destacando pontos negativos causados na produção. Utiliza-se do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), produto da combinação de temperatura ambiente e umidade relativa do ar relacionado à sensação térmica. Os equipamentos coletores dos dados para o cálculo de ITU possuem alto valor aquisitivo, o que acaba limitando sua aquisição. Nessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa foi comparar o ITU obtido com dados recolhidos pelo equipamento de baixo custo ao índice fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Em relação aos procedimentos, os índices foram coletados da estação do INMET e fornecidos pelo Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO), localizados nos municípios do de Guarantã do Norte/MT, região sul amazônica. O ITU disponibilizado pelo SISDAGRO foi comparado como dados recolhidos a 3,1 km da estação do INMET no local do experimento, com uso de um equipamento de baixo custo, avaliando-se a viabilidade e a precisão. A pesquisa conduzida de julho/2022 à janeiro/2023 em Guarantã do Norte-MT. Para comparativo, os dados foram levantados com uso do equipamento de menor custo, o AK23[®], que tem por limitação fornecer somente as temperaturas de máxima e mínima. Para complemento dos dados, o equipamento de referência utilizado foi o Datalogger (KR430[®]), que fornece os dados de temperatura e umidade. Conclui-se que o uso de equipamento de baixo custo não comprometeu a precisão do ITU, mesmo quando os dados de umidade foram obtidos de forma remota.

Palavras-chave: Bem-estar animal; condições agrometeorológicas; limão Tahiti; monitoramento remoto; ovinocultura.

ABSTRACT

Thermal comfort is a relevant factor reflecting on animal performance in sheep farming, highlighting negative points caused in production. The Temperature and Humidity Index (THI) is used, a product of the combination of ambient temperature and relative humidity related to thermal sensation. The equipment that collects data for calculating THI has a high purchasing value, which ends up limiting its acquisition. From this perspective, the objective of this research was to compare the THI obtained with data collected by low-cost equipment to the index provided by the National Institute of Meteorology – INMET. Regarding the procedures, the indices were collected from the INMET station and provided by the Agricultural Decision Support System (SISDAGRO), located in the municipalities of Guarantã do Norte/MT, southern Amazon region. The THI provided by SISDAGRO was compared with data collected 3.1 km from the INMET station at the experiment site, using low-cost equipment, evaluating feasibility and accuracy. The research conducted from July/2022 to January/2023 in Guarantã do Norte-MT. For comparison, the data was collected using the lowest cost equipment, the AK23[®], which has the limitation of only providing the maximum and minimum temperatures.

¹ Bolsista, Graduanda em Zootecnia. Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Educação, Ciência e Tecnologia – IFMT – Campus Avançado Guarantã do Norte. Endereço para correspondência: Linha Páscoa, Km 04, Lote 471 - Zona Rural, Guarantã do Norte - MT, CEP: 78520-000. E-mail: r.polyana@estudante.ifmt.edu.br.

² ² Doutorando em Ciências Agrárias (IF Goiano – Campus Rio Verde). Eng.º Agr.º Técnico Administrativo em Educação (Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Educação, Ciência e Tecnologia – IFMT – Campus Avançado Guarantã do Norte). Endereço para correspondência: Linha Páscoa, Km 04, Lote 471 - Zona Rural, Guarantã do Norte - MT, CEP: 78520-000. E-mail: sandro.caravina@ifmt.edu.br

To complement the data, the reference equipment used was the Datalogger (KR430[®]), which provides temperature and humidity data. It is concluded that the use of low-cost equipment did not compromise the accuracy of the THI, even when humidity data were obtained remotely.

Keywords: Animal welfare; agrometeorological conditions; Tahiti lime; remote monitoring; sheep farming.

1 Introdução

O conforto térmico é um fator importante que reflete no desempenho animal e, diante disso, compreender melhor os reflexos negativos que o calor remete na parte produtiva animal é condição recorrente.

A ovinocultura vem sendo uma atividade de grande importância social e econômica como também com um acentuado crescimento nos últimos anos no Brasil, podendo ser ela como principal criação nas propriedades rurais ou como uma alternativa secundária, podendo ser em consórcio com outras produções de animais ou até mesmo com pomares de frutíferas. Atividades assim tomaram proporções maiores também para o Centro-oeste do Brasil, no estado de Mato Grosso a ovinocultura representa 464.029 cabeças no ano de 2021 (IBGE, 2021). Onde os animais introduzidos nesta região pertencem a uma diversidade de raças, onde destaca-se a raça Santa Inês e seus cruzamentos indiscriminados, animais sem raça definida (SRD) (PANTOJA, et al., 2017).

Para identificar o conforto térmico adequado é utilizado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), composto pela associação da temperatura ambiente e a umidade relativa do ar estando relacionada à sensação térmica (Moraes et al., 2021). Porém, os equipamentos que fornecem os dados locais para o cálculo de ITU, possuem alto valor aquisitivo, limitando os usuários a obtenção desses dados. Os dados do ITU são necessários para auxiliar no manejo em função do bem-estar animal. Alguns animais são mais afetados que outros no quesito de calor, dentre eles os ovinos.

O intuito desta pesquisa foi comparar o ITU, de forma remota e local com equipamentos de baixo custo, assim avaliando a viabilidade e precisão dos mesmos.

O objetivo foi comparar o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), de maneira remota e local, com uso de equipamento de baixo custo.

1.1 Breve histórico.

Em parte, a radiação solar direta é refletida conforme a cor da pelagem do animal, porém o restante, é absorvido sob forma de calor, que influencia no desempenho animal, fazendo com

que o mesmo use diversos mecanismos homeotérmicos, para conseguir através da troca de calor com o ambiente se adaptar a regiões quentes (FAÇANHA et al., 2023).

Diante das condições ambientais favoráveis do Sistema Agroflorestais (SAF's), são promovidas melhores condições de controle do ambiente e solo. Com a ocorrência de diversas variações do ambiente, reflexo das condições de áreas aberta e expostas a pleno sol. A implantação de espécies arbóreas atribui para a regulação do meio solo e ambiente, promovendo benefícios as plantas e os animais, (RIBASK et al.,2001).

O programa de Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO) foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Meteorologia INMET com o propósito de apoiar usuários de âmbito agrícola em suas tomadas de decisão, auxiliando no planejamento e manejo agropecuário, o SISDAGRO disponibiliza gratuitamente aos usuários quatro ferramentas de monitoramento agrometeorológico, entre eles: Graus-dia, conforto térmico em bovinos, balanço hídrico e índice de vegetação (INMET,2023).

Para os ruminantes em geral o valor de ITU igual ou inferior a 70 indica condições normal, apontando conforto térmico e melhor desempenho; entre 72 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 indica perigo e acima de 83 entra em estado de emergência podendo levar a morte do animal, (PENNINGTON, VANDEVENDER, 2002 apud AZEVÊDO, ALVES, 2009 p. 59).

Quadro 1: Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para animais domésticos

TEM P °C	UMIDADE RELATIVA (%)																						
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		
23,9	SEM ESTRESSE										72	72	73	73	74	74	75	75	75	75	75		
26,7						72	72	73	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	79	80	80		
29,4			72	72	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85		
32,2	72	73	74	75	76	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	86	87	88	89	90		
35,0	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95		
37,3	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99			
40,6	79	80	82	83	84	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97								
43,3	81	83	84	86	87	89	90	91	93	94	96	97											
46,1	84	85	87	88	90	91	93	95	96	97					MORTE								



Fonte: Adaptado de Azevêdo e Alves (2009)

2 Metodologia

A pesquisa foi conduzida no período de 11 de julho de 2022 a 11 de janeiro de 2023, na Fazenda Escola do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Mato Grosso - IFMT Campus Avançado de Guarantã do Norte (GTA), coordenadas geográficas 9°57'S, 54°52'W, a 370 m de altitude, De acordo com o Köppen-Geiger sistema de classificação, o clima local é classificado como Aw, com médias anuais de temperatura de 25°C, 2.000 mm de precipitação, e um período seco que se estende de maio a Setembro (CARAVINA, et al., 2021).

No pomar de limeira ácida Tahiti, do IFMT-GTA, realiza-se em determinadas épocas do ano a Integração Fruticultura Pecuária (IFP), mais conhecida como Integração Lavoura e Pecuária (ILP). O pomar foi implantado sobre uma pastagem corrigida de *Urucloua* cv Marandu no ano de 2016, em determinadas épocas quando necessário a roçagem do capim e o estágio fenológico do pomar permite é introduzido os ovinos da raça Santa Inês com matrizes, borregos e reprodutores com uma média de idade de 4 anos num ciclo completo de cria e recria, caracterizando uma integração fruticultura e pecuária, agregando seus benefícios.

No IFP o sombreamento, beneficia o animal, trazendo o conforto térmico necessário para melhor desempenho produtivo, do que em seu local de pastejo contínuo à pleno sol. Normalmente pastejem à meia-sombra apresenta uma qualidade nutricional superior.

O conforto térmico animal é calculado através do Índice de temperatura e umidade (ITU) segundo Thom (1958). calcula-se da seguinte forma; $ITU = Tbs + 0,36Tpo + 41,2$. onde Tbs é a Temperatura Ambiente (°C) e Tpo a temperatura do ponto de orvalho (°C), na sombra.

As variáveis ambientais registraram-se por meio de termômetro meteorológico de máxima e mínima da marca AKSO[®], modelo AK23[®], valor de R\$ 50,00 reais, (com limitação para o cálculo, de não disponibilizar o ponto de orvalho), o segundo aparelho que nos forneceu dados locais foi o Datalogger da marca AKROM[®], modelo KR430[®] o valor mínimo disponível no mercado de R\$ 620,00 reais, e através de dados remotos da estação meteorológica do INMET, distante 3,1 km da área experimental.

No modelo AK23[®] a coleta era realizada uma vez ao dia, fornecendo assim a máxima e mínima em 24hrs. No modelo KR430[®], os dados fornecidos permitiram calcular as médias horárias para o período de 7:00 às 23:00 hrs e também médias diárias de temperaturas máxima

e mínima e umidade relativa do ar conforme a metodologia adaptada de Klosowski et al (2002). Os dados da estação também são coletados à sombra, podendo diferir devido sua distância do local do experimento.

Os dados remotos e locais, foram submetidos a análise de variância duas a duas pelo teste T para amostra pareada, tendo como referência, o KR430[®] (T0) instalado dentro copa do citros, e para o (T1) utilizou-se os dados locais, que foram a temperatura média do AK23[®], com o ponto de orvalho mínimo do Datalogger, já no (T2) foram coletados dados da própria central do INMET o SISDAGRO, no (T3) comparou-se o AK23[®] com os dados do SISDAGRO, sendo temperatura média do aparelho local o AK23[®], com o ponto de orvalho mínimo disponível do site do INMET.

Os dados obtidos pela experimentação foram submetidos ao teste de Wilcoxon a 5% de significância, com o auxílio do programa Real Statistics[®] (ZAIONTZ, 2020).

3 Resultados e Discussão

As análises dos dados foram comparadas duas a duas pelo teste T para amostra pareada tendo como referência, o KR430[®] e não apresentando normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, desta forma apresentando-se como dados não-paramétrico, sendo necessário utilizar-se das medianas do teste Wilcoxon para amostras pareadas. O comparativo entre as medianas está apresentado na Tabela 01.

Tabela 1: Uso de equipamentos locais e remotos para determinação de índice de temperatura e umidade (ITU).

Equipamento (Fonte)	Tratamento ¹	ITU (Mediana)	T0	
			z	p-normal
SISDAGRO	T1	75,16 a	10,44	0
AK23 [®]	T2	77,21 a	11,59	0
AK23 [®] / SISDAGRO	T3	76,76 a	11,54	0
KR430 [®] (Referência)	T0	73,18 a		

Medianas seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem pelo teste Wilcoxon para amostras pareadas a 5%.

Tomando o T0 como referência em comparação ao T1, as medianas não diferiram, porém devemos salientar que o local do experimento dista somente 3,1 km da estação meteorológica do INMET, sendo, os dois dados são tomados na sombra, logo o mais preciso

para o conforto animal é o T0, que apresentou um número absoluto inferior (73,18), calculando-se uma leve superestimação do ITU, para T1.

Considerando-se que o ITU é um índice genérico para as espécies domésticas em geral como bovinos, ovinos, caprinos e outros, logo o ITU obtido apresentou uma acurácia estatística significativamente próxima ao calculado.

Na prática o produtor pode obter os índices diretamente do SISDAGRO, mas neste caso começaria a tomar medidas preventivas, com antecedências desnecessárias aos cuidados no rebanho, para minimizar a possível perda no desempenho dos animais, através do desconforto térmico.

Em pequenas propriedades rurais, a falta de tempo para realizar as atividades é recorrente, se ocorrer o início antecipado de uma atividade, podemos traduzir como custo monetário, justificando o investimento no equipamento T0, que permitirá a protelação do início dessa atividade sem o comprometimento dos índices zootécnicos do rebanho.

Na comparação do ITU do T0 com o T2, também não diferiram (Tabela 01). Do ponto de vista do produtor, o custo de aquisição do AK23[®] apresenta-se com uma vantagem financeira por equipamento, possibilitando a instalação de mais equipamentos na propriedade, sem dispensar a aquisição pelo menos um KR430[®]. E como desvantagem em relação ao KR430[®], por não possuir Datalogger, faz-se necessário a coleta dos dados de temperatura diariamente neste para realiza o cálculo; sendo necessário também a realização das leituras do ponto de orvalho do KR430[®]. Restringindo seu uso mais para pesquisas.

Na terceira comparação, com os dados do T0 com o T3, não houve diferença significativa para as medianas (Tabela 01). Como vantagem comparativa para o uso dessa metodologia, poderia se dispensar a compra do KR430[®] pelo produtor, já que os dados de ponto de orvalho estão disponíveis gratuitamente pelo site do INMET e, a precisão obtida pela temperatura permite um resultado mais próximo ao real, que os mesmos dados obtidos de forma remota pelo site. Esta precisão pode estar sendo ocasionada pela curta distância da estação ao local do experimento, podendo haver uma possível diminuição na precisão dos resultados, com o aumento da distância entre o local de observação e as estações do INMET. Diante das circunstâncias abre-se a possibilidade, de uma nova pesquisa com a mesma metodologia de testar-se o aumento da distância entre os pontos, pois na atual realidade do bioma amazônico, temos poucas estações meteorológicas do INMET e municípios com grandes extensões territoriais.

Na representação gráfica dos índices de ITU para cada equipamento do período estudado, podemos visualizar a tendência que o equipamento de referência T0, apresenta índices menores que os demais tratamentos sem que haja uma diferença estatística.

Podemos visualizar nos períodos compreendidos entre 17 a 19 de setembro (Figura 1), 28 de setembro à 03 de outubro (Figura 2) e 09 a 18 de outubro (Figura 3), a onde o T0 está bem mais próximo do ao nível de atenção e os demais ao nível de perigo. A mesma situação ocorre no período de 05 de novembro à 27 de dezembro (Figura 4), onde o T0 está mais próximo do nível de alerta e os demais no nível de atenção. Cabendo assim, ao usuário do gráfico gerado, avaliar a necessidade do investimento do KR430[®] ou no custo menor de investimento com outros equipamentos e metodologias e possível aumento da mão de obra no manejo dos ovinos.

Figura 1: Gráfico de mensuração do ITU, de equipamentos na sombra da copa do limão Tahiti de 11/09/2022 a 20/09/2022 no IFMT Campus Avançado de Guarantã do Norte – MT.

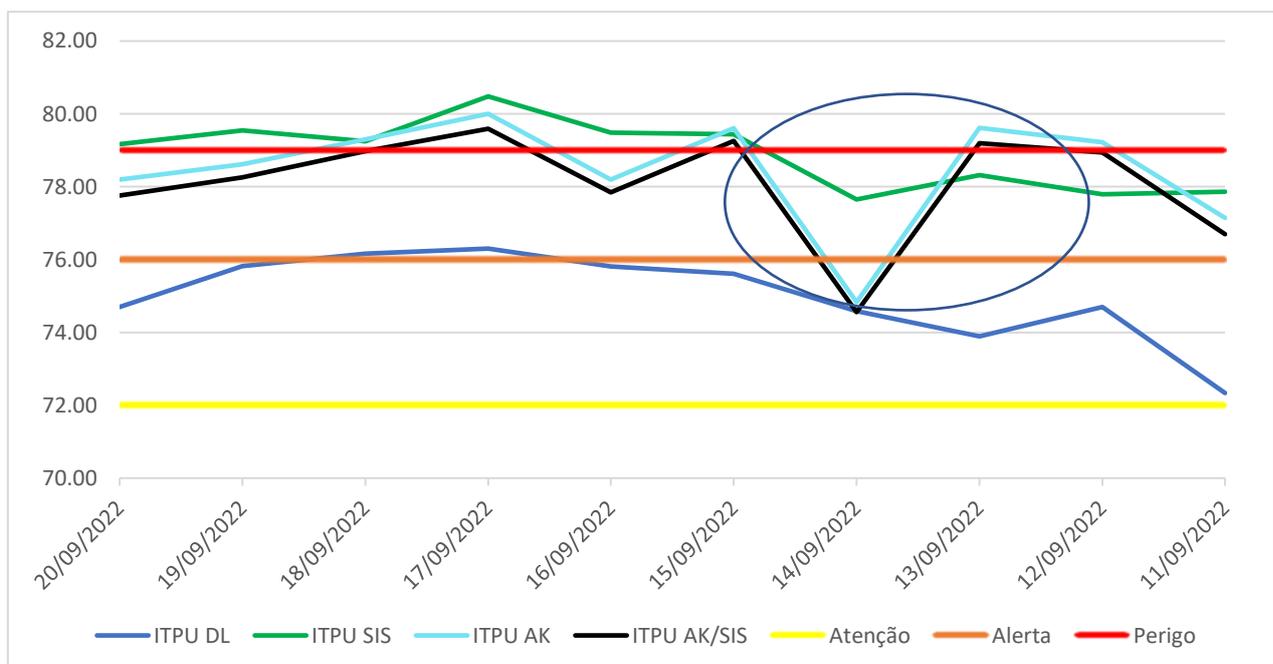


Figura 1: Gráfico de mensuração do, de equipamentos na sombra da copa do limão Tahiti de 21/09/2022 a 05/10/2022 no IFMT Campus Avançado de Guarantã do Norte – MT.

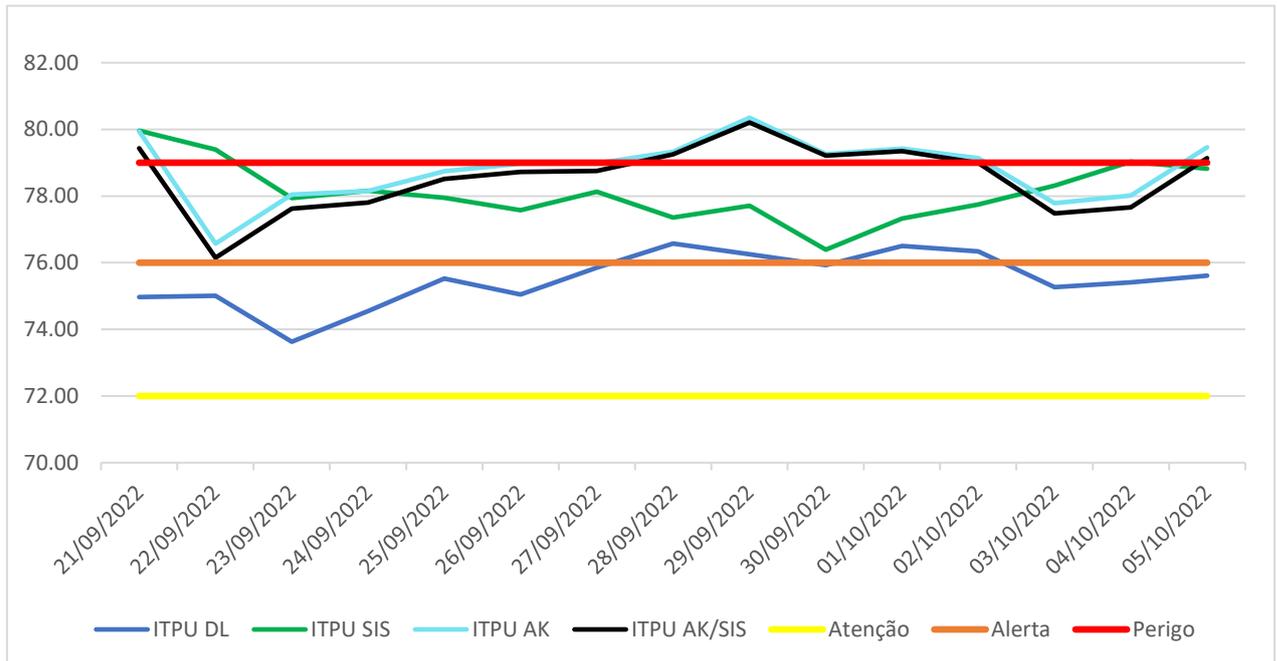


Figura 2: Gráfico de mensuração do ITU, de equipamentos na sombra da copa do limão Tahiti de 01/11/2022 a 23/11/2022 no IFMT Campus Avançado de Guarantã do Norte – MT.

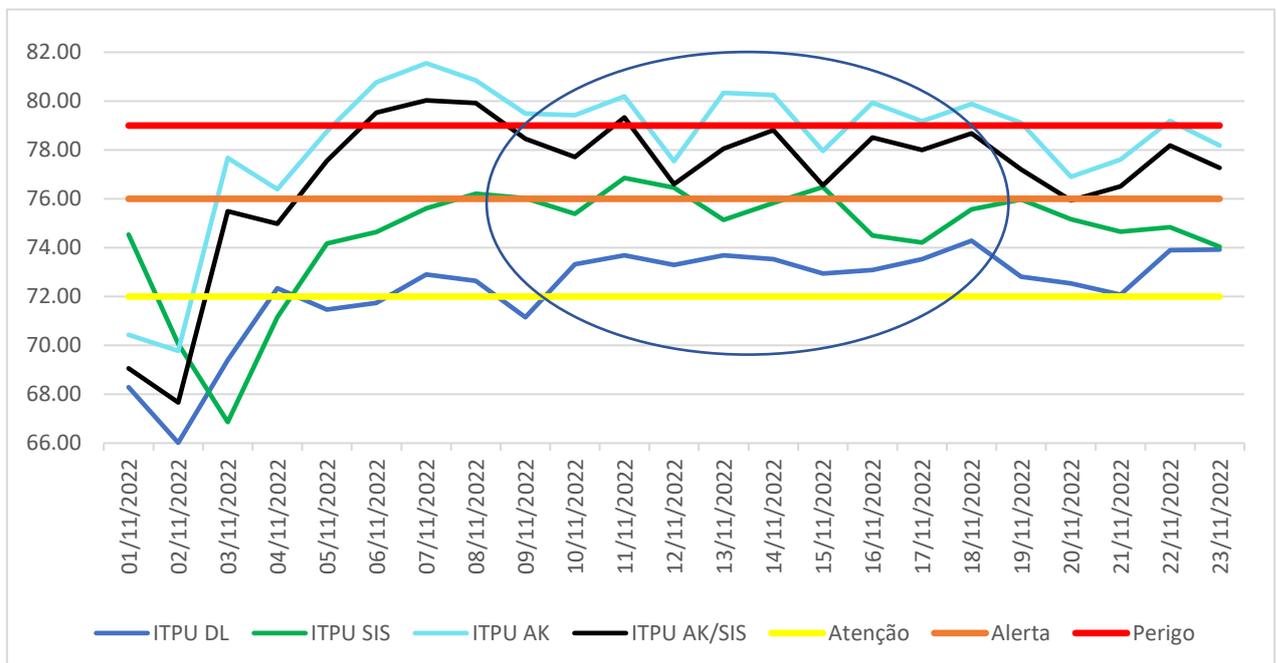
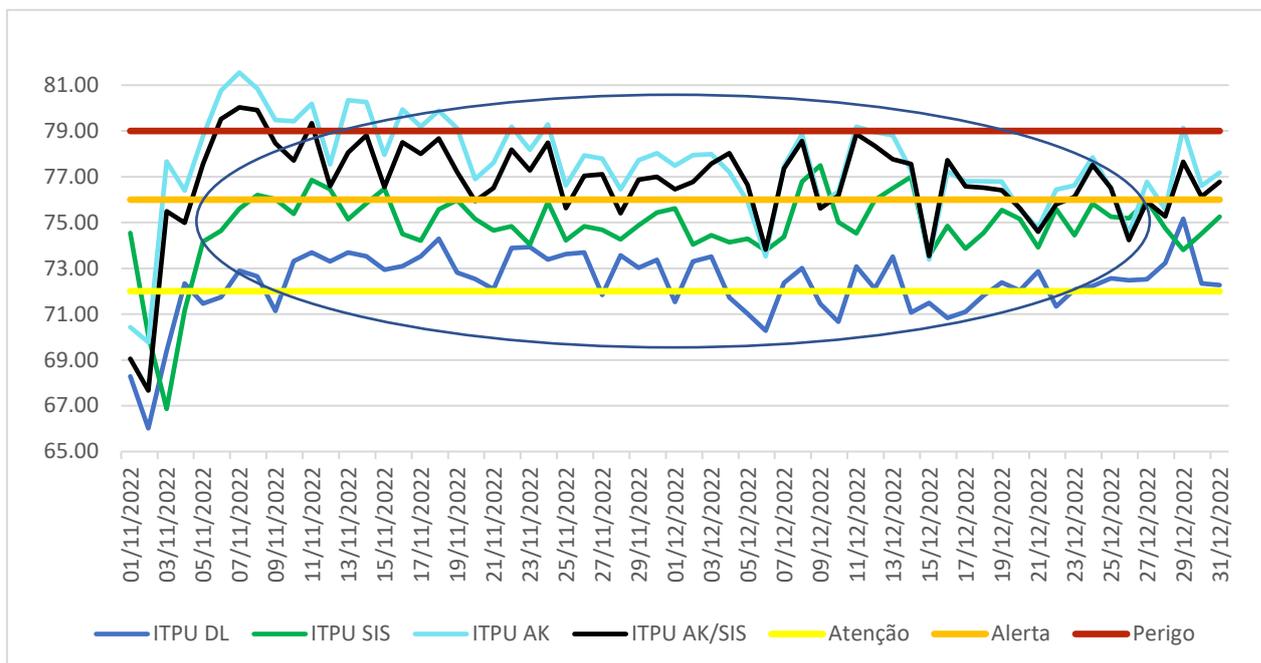


Figura 3:Gráfico de mensuração do ITU, de equipamentos na sombra da copa do limão Tahiti de 01/11/2022 a 31/12/2022 no IFMT Campus Avançado de Guarantã do Norte - MT



4 Conclusão

Conclui-se que o uso de equipamento de baixo custo não comprometeu a precisão do ITU, mesmo quando os dados de umidade foram obtidos de forma remota.

Portanto é viável o uso do equipamento de baixo custo para o cálculo de conforto térmico para ovinos na integração fruticultura e pecuária.

Agradecimentos

Agradecimentos ao IFMT pela bolsa de Iniciação Científica do Edital 14.2022 - RTR-SG/RTR-CG/RTR-GAB/RTR/IFMT que possibilitou a execução deste projeto.

Referências

ALMEIDA, R.G; OLIVEIRA, P.; MACEDO, M.C.M; PEZZOPANE, J.R.M. Recuperação de pastagens degradadas e impactos da pecuária na emissão de gases de efeito estufa. **Proceedings of the III International Symposium on Forage Breeding**, p. 384–400, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/271824546_Recuperacao_de_pastagens_degradadas_e_impactos_da_pecuaria_na_emissao_de_gases_de_efeito_estufa. Acessado em: 18 abr. 2023.

AZEVÊDO, D.M.M.R.; ALVES, A.A. Bioclimatologia Aplicada à Produção de Bovinos Leiteiros nos Trópicos. **Documentos / Embrapa Meio-Norte**, **188**, Teresina -PI, vol. 1, nº ISSN 0104-866X ;, p. 83, 2009. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78361/1/documento-188.pdf>. Acessado em: 18 abr. 2023.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of ASAE**, v. 24, n. 3, p.711-714, 1981.

CARAVINA, S.M.; BEHLING, M.; ZOLIN, C.A.; MAGALHÃES, C.A. de S.; FREDDI, O. da S.; MATOS, E. da S.; SANTIN, J.C. Soil carbon stock in balsa wood after fertilization strategies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.56, e01886, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2021.v56.01886>. Acessado em: 18 abr. 2023.

FAÇANHA, D.A.E.; CHAVES, D.F.; MORAIS, J.H.G.; VASCONCELOS, A.M.; COSTA, W.P.; GUILHERMINO, M.M. Tendências metodológicas para avaliação da adaptabilidade ao ambiente tropical. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**, vol. 14, nº 1, p. 91–103, 2013. Disponível em: <https://acesse.dev/Fzga7>. Acessado em: 18 abr. 2023.

IBGE. Rebanho de Ovinos (Ovelhas e Carneiros) no Mato Grosso | IBGE. 2021. **SITE do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA–IBGE**. Disponível em: <https://11nk.dev/iTRmr>. Acessado em: 4 maio 2023.

INMET. SISDAGRO. **Site do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET**. [S. l.: s. n.], 2023. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/index>. Acessado em: 5 maio 2023.

KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; GASPARINO, E. Estimativa do declínio na produção de leite, em período de verão, para Maringá-PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, vol. 10, no 2, p. 283–288, 2002. Disponível em: <https://www.sbagro.org/files/biblioteca/1339.pdf>. Acessado em: 19 abr. 2023.

MORAES, I.L.A.; BRENNECKE, K.; ZEFERINO, C.P.; ORLANDI, C.M.B.; DIAN, P.H.M.; PEREIRA, L.A.M.; DOS SANTOS, A.B.; JUNIOR, I.S. Evaluation of pre and post-milking ambience in high-production netherland cows. **Brazilian Journal of Development**, vol. 7, nº 6, p. 55922–55933, 8 jun. 2021. DOI 10.34117/bjdv7n6-143. Disponível em: <https://acesse.dev/oe9RM>. Acessado em: 3 maio 2023.

PANTOJA, J.C.; BARBOSA, C.R.; AMARAL, T.E.S.; SANTOS, G.C. Avaliação do conforto térmico para ovinos em exposição durante feira agropecuária de Santarém. **Revista Agroecossistemas**, vol. 9, n 2, p. 316–329, 2017. Disponível em: <https://ur1.app/I118Z>. Acessado em: 18 abr. 2023.

RIBASKI, J., JAVIER MONTOYA, L., RODIGHER, H. R. (2001). Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe Agropecuário, Belo Horizonte**, v.22, n.212, p.61-67 ISSN 0100-3364, set./out.2001 Acessado em: 20 abr. 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/305995/1/Sistemasagroflorestais.pdf>

THOM, E.C. Cooling degrees-days air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**. vol. 55, p. 65–72, 1958.

ZAIONTZ, C. **Real Statistics Resource Pack software (Release 7.6)** [Computer software]. 2020. Disponível em: <https://real-statistics.com/free-download/>. Acessado em: 9 maio 2023.