



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA DO SERTÃO

DARLITON DOS SANTOS NETO

**CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE
CONFORTO TERMICO PARA VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE
CONFINAMENTO COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO SERGIPANO**

NOSSA SENHORA DA GLÓRIA- SE

ABRIL/2023

DARLITON DOS SANTOS NETO

**CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE
CONFORTO TERMICO PARA VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE
CONFINAMENTO COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO SERGIPANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Universidade Federal de Sergipe, como parte
dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Patricia de Azevedo
Castelo Branco do Vale

NOSSA SENHORA DA GLÓRIA- SE

ABRIL/2023

TERMO DE APROVAÇÃO

DARLITON DOS SANTOS NETO

CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE CONFORTO TERMICO PARA VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO SERGIPANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Federal de Sergipe como requisito à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia, pela seguinte banca examinadora:

Prof.^a Dr.^a Patricia de Azevedo Castelo Branco do Vale

Orientadora – Departamento de Zootecnia do Sertão

Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão

Prof.^a Dr.^a Lúgia Maria Gomes Barreto

Examinadora 1

Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão

Prof.^a Dr.^a Juliana Paula Felipe de Oliveira

Examinadora 2

Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão

Nossa Senhora da Glória-SE, 13 de abril de 2023

Dedico este trabalho, a minha vó, Maria Helena que faleceu no ano de 2019 de câncer. A mesma não teve a oportunidade em poder ver seu neto, o primeiro formando da família, mas garanto que está muito feliz de onde ela estiver em saber que consegui vencer toda a dificuldade enfrentada durante a jornada da graduação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a mim mesmo por todo esforço e dedicação durante todo esse tempo, estudando desde a escola, até a faculdade. Assim, sou eterno grato a todos os professores, e a toda coragem que tive.

Agradeço também a meu pai José Ivaldo e minha mãe Maria José, por sempre me apoiar até nos momentos mais difíceis da minha jornada.

Agradeço a minha irmã, por sempre me apoiar e se orgulhar do irmão que tem.

Agradeço a professora Patrícia de Azevedo Castelo Branco do Vale, por ser minha orientadora e sempre me ajudar com todas as orientações necessárias para que eu conseguisse elaborar o TCC.

Agradeço a todos os professores, durante esses cinco anos de faculdade, por todo ensinamento e críticas construtivas, pois é essencial para o crescimento profissional.

Agradeço a todos colegas de turma e especialmente a aqueles que estiveram mais próximos a mim. E a todas as pessoas que conheci na faculdade.

Agradeço também a minha namorada Thaynara Cristina dos Santos Paixão, também estudante do curso de Zootecnia, que no momento mais difícil, apareceu em minha vida e esteve do meu lado, me fazendo manter o foco e não desistir de tudo.

Em suma, não foi fácil para uma criança de 6 anos ir de bicicleta 5 km todos os dias para estudar, depois que passei para quinta série, além dos 5 km, tinham 40km de ônibus e passava o dia todo na escola, isso, quando morava no Pará. Depois vim para Sergipe, onde pude terminar meus estudos e ingressar na faculdade que não é nada fácil, mas sei que todo esse esforço valeu a pena, sabendo do profissional que me tornei, a jornada foi longa, desgastante, cansativa, diversos caminhos foram traçados, mas eu consegui.

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO	10
2- MATERIAIS E MÉTODOS	12
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
4- CONCLUSÃO	23
5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em março de 2022.....	14
Figura 2. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em abril de 2022.	15
Figura 3. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em maio de 2022.	15
Figura 4. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em março de 2022.....	16
Figura 5. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em abril de 2022.	17
Figura 6. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em maio de 2022.	17
Figura 7. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em março de 2022.	19
Figura 8. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em abril de 2022.....	19
Figura 9. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em maio de 2022.....	20
Figura 10. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em março de 2022.....	21
Figura 11. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em abril de 2022.....	21
Figura 12. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao compost barn (EXT), em maio de 2022.	22

CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO PARA VACAS LEITEIRAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO COMPOST BARN NO SEMIÁRIDO SERGIPANO

RESUMO: O trabalho teve como objetivo a caracterização do ambiente térmico para vacas leiteiras confinadas em instalação Compost Barn (CB) em uma propriedade particular, no município de Nossa Senhora da Glória/Sergipe. O experimento foi monitorado remotamente por três meses através de um equipamento automatizado desenvolvido pelo Departamento de Engenharia da UFS/São Cristóvão. A partir daí, foram estimados, por fórmulas inseridas no banco de dados do equipamento, o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). Desse modo, os valores obtidos foram comparados com as condições ideais de conforto térmico para bovinos leiteiros, a partir de metodologias já validadas. Para a interpretação dos resultados obtidos, utilizou-se a carta de controle individual, que é uma das ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP), elaboradas utilizando o programa Minitab 19. De acordo com os resultados obtidos na presente pesquisa, os valores de ITU estiveram sempre acima do definido pela literatura como condição de conforto (menor que 68), tendo variado, em ambos os ambientes (interno e externo ao compost barn), de 72,8 a 83,9, oscilando os animais a situações classificadas em estresse ameno a estresse moderado. Para ITGU, os valores encontrados classificaram a situação térmica das vacas entre situação de conforto a estresse térmico leve (interior do compost barn), com valores entre 70,6 a 77,3 e para o ambiente externo, os valores observados caracterizaram o ambiente como termicamente confortável às vacas (75,2) até uma condição de perigo (85,3), isto é, estresse térmico elevado. Assim, para o índice de ITGU, apenas na madrugada e noite constataram condições ambientais satisfatórias para criação de bovinos leiteiros, entretanto, nos períodos de manhã e tarde os animais foram acometidos por estresse térmico de nível leve a situação de perigo. Em relação ao ITU os valores demonstraram-se insatisfatórios em relação aos da literatura.

Palavras chaves: Ambiência, Ambiente térmico, Bem-estar animal.

CHARACTERIZATION OF THE SPATIAL VARIABILITY OF THERMAL COMFORT INDEX FOR DAIRY COWS RAISED IN COMPOST BARN CONFINEMENT SYSTEM IN SEMI-ARID SERGIPA

ABSTRACT: The objective of this work was to characterize the thermal environment for dairy cows confined in the Compost Barn (CB) facility on a private property in the municipality of Nossa Senhora da Glória/Sergipe. The experiment was remotely monitored for three months using automated equipment developed by the Department of Engineering at UFS/São Cristóvão. From there, the Temperature and Humidity Index (ITU) and the Globe Temperature and Humidity Index (ITGU) were estimated using formulas inserted in the equipment's database. Thus, the values obtained were compared with the ideal thermal comfort conditions for dairy cattle, based on validated methodologies. For the interpretation of the obtained results, the individual control chart was used, which is one of the Statistical Process Control (SPC) tools, elaborated using the Minitab 19 program. According to the results obtained in the present research, the values of THI always remain above that defined by the literature as a comfort condition (less than 68), having varied, in both environments (internal and external to the compost barn), from 72.8 to 83.9, oscillating the animals to situations classified as mild stress to moderate stress. For ITGU, the values found classified the thermal situation of the spaces between comfort situation and light thermal stress (interior of the composting barn), with values between 70.6 to 77.3 and for the external environment, the observed values characterized the environment as thermally comfortable on vacation (75.2) to a dangerous condition (85.3), that is, high thermal stress. Thus, for the ITGU index, only at dawn and at night found satisfactory environmental conditions for raising dairy cattle, however, in the morning and afternoon periods the animals were affected by thermal stress from a mild level to the situation of danger. Regarding the THI, the required values were unsatisfactory in relation to those in the literature.

Keywords: Ambience, Thermal environment, Animal welfare.

1- INTRODUÇÃO

O leite tem função primordial na alimentação humana e é um dos principais produtos produzidos e consumidos no mundo. Além disso, faz parte de uma grande parcela da economia mundial (JUNG & JÚNIOR, 2017).

Nesse sentido, a produção de leite evoluiu bastante com os implementos tecnológicos e melhoramento genético dos rebanhos criados, fazendo com que o Brasil chegasse à marca de 35,445 bilhões de litros em 2020 (IBGE, 2020). Por outro lado, o número de vacas diminuiu, se for levado em consideração o ano de 2010 que eram 22,435 milhões de vacas ordenhadas e em 2020 esse número caiu para 16,168 milhões de vacas ordenhadas no Brasil, tendo uma melhora na produtividade e no sistema de produção. Vale ressaltar, que o Brasil é detentor do terceiro lugar no ranking mundial de produção, ficando apenas atrás dos Estados Unidos e da Índia quem obteve um crescimento muito grande nas últimas décadas, fazendo com que o leite seja um dos principais produtos para o cenário alimentício e economia mundial (ROCHA, 2020).

As regiões do Brasil com maior produção de leite são a Sudeste com 12, 174 milhões, com Sul 12,066 milhões, de Nordeste 4,994 milhões, com Centro-Oeste 4,132 milhões e Norte 2,129 (IBGE, 2020). Logo, a produtividade por vaca no Brasil é de 2,192 litros por lactação em 305 dias, ou seja, obtendo uma média de 7,18 kg dia, demonstrando que com todo esse desenvolvimento durante esses anos ainda tem muito o que evoluir.

O município de Nossa Senhora da Glória, está localizado no noroeste de Sergipe e é o segundo maior produtor de leite do estado, ficando atrás do município de Poço Redondo que é o maior produtor. Nisso, Nossa Senhora da Glória é o maior captador de leite, pois no mesmo estão as principais indústrias de processamento no seu território. Além disso, o município se estende por 756,5 km² de área territorial, com predominância do bioma caatinga e fica a 279 metros de altitude acima do mar (IBGE, 2020). Desse modo, apresentou um rebanho com 43,650 mil cabeças em 2020. E tende 15,270 mil vacas ordenhadas que produziram 49,475 mil litros de leite diários.

Um dos fatores determinantes para a produção de leite é a temperatura, que influencia na produtividade dos animais, promovendo desconforto térmico o qual é causado pelo ambiente onde os animais são inseridos. Com isso, os animais tendem a reduzir ingestão de nutrientes, podendo proporcionar inúmeras enfermidades. (MOTA et al., 2020). Com o intuito de aprimorar a qualidade de vida, aumentar a produtividade no setor de produção de

leite e amenizar perdas em relação ao estresse térmico dos animais, os produtores começaram a investir em novas tecnologias voltadas para a construção de um ambiente mais apropriado para manter os seus animais.

Diante disso, no ano de 2007 surgia, cientificamente, o conceito “Compost Bedded Pack Barn” (JANNI et al., 2007 e BARBERG et al., 2007), mais conhecido nos dias modernos como “Compost Barn”. Este, originou-se por meio de adaptações ao sistema “Loose-housing” (BARBERG et al., 2007), adotado por produtores norte-americanos na década de 80. Sendo assim, o “Compost Barn” consiste em um espaço coletivo para descanso dos animais, com uma pista de alimentação em anexo, tendo como principal objetivo minimizar estresse térmico, como também evitar ou reduzir problemas, principalmente, relacionados ao manejo sanitário.

No Brasil, com a adoção desse sistema de confinamento, percebeu-se melhoras nos índices que medem o bem-estar, refletindo positivamente nos índices produtivos, isso porque a instalação do “compost barn” proporciona inúmeras vantagens, as quais: maior conforto aos animais, possibilitando que os mesmos se deitem em qualquer posição e circundem livremente; redução das lesões de casco, baixos níveis de escore de sujidade de úbere; melhor observação de cio; facilidade no aproveitamento da cama como fertilizante; melhor manejo nutricional e controle de cocho, dentre outras (PEIXOTO, 2017).

Para então caracterizar e avaliar o ambiente térmico de criação das vacas leiteiras, alguns índices foram desenvolvidos, sendo eles constituídos a partir de dois ou mais fatores climáticos (temperaturas, umidade relativa, velocidade do vento e radiação), já que esses, isoladamente, são limitantes para avaliação do conforto térmico animal (PIRES et al., 1999).

Para estudos voltados ao conforto térmico em humanos, Thom (1959) propôs e validou o índice de temperatura e umidade (ITU), assim, este estabeleceu informações referentes às modificações de temperatura e umidade relativa do ar, sob baixas velocidade do vento. Johnson et al. (1962) constataram que essas variáveis poderiam ser utilizadas como parâmetros para avaliação de conforto térmico em bovinos leiteiros, relacionando a dados de produção de leite. Cabe ainda salientar que Hahn & Youssef (1985), em estudos posteriores, classificou as faixas de ITU, perante os níveis de estresse térmico e cominaram valores abaixo ou igual a 70, indicando situação de conforto; já em 71 e 78, apresenta uma situação crítica; de 79 a 83; indica perigo e acima de 83 condiz que o caso é de emergência.

Uma vez que o ITU não levava em consideração os efeitos da radiação no ambiente térmico de criação dos animais, Buffington et al. (1981) formularam o Índice de Temperatura

do Globo e Umidade (ITGU). Assim, eles realizaram uma correlação dos índices com a produção de leite e, em comparação ao ITU, o ITGU quando empregue sob a radiação solar direta, em testes com os animais em estado de estresse por calor, apontou ter sido o índice mais eficaz na avaliação do conforto térmico. Silva (2000), em uma pesquisa que foi desenvolvida com bovinos leiteiros, analisou que apenas o índice de temperatura e umidade (ITU) não era suficiente para aferir o ambiente térmico de criação dos animais, pois esta não comprovaria com eficácia as alterações entre os animais que eram mantidos a sombra ou expostos ao sol.

Diante disso, esse trabalho teve como objetivo caracterização da variabilidade espacial dos índices de conforto térmico para vacas leiteiras em sistema de confinamento compost barn no semiárido sergipano com ênfase nos índices de conforto térmico (ITU e ITGU).

2- MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma fazenda comercial de bovinos leiteiros em que as vacas em lactação são mantidas e confinadas em galpões “Compost Barn”, a propriedade está localizada no município de Nossa Senhora da Glória, no Estado de Sergipe.

As avaliações ocorreram entre os meses de março a maio de 2022, foram instalados dois equipamentos em áreas distintas do galpão, sendo um na área interna (INT), a 1,70 metros de altura e outro externo (EXT) a 1,50 metros de altura, para se ter a sensação térmica mais próxima daquela percebida pelos animais em ambos os ambientes.

Os dados foram coletados durante 24 horas, diariamente, em ambos os ambientes, com registro dos dados a cada um minuto, sendo subdivididos em quatro turnos de coleta: madrugada (00:00 – 05:59h), manhã (06:00 – 11:59h), tarde (12:00 – 17:59h) e noite (18:59h).

A caracterização do ambiente térmico de criação deu-se por meio da avaliação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), os quais foram calculados a partir da umidade relativa do ar (UR, %), temperatura ambiente, registrada como temperaturas de bulbo seco (Tbs, °C), de globo negro (Tgn, °C) e temperatura de ponto de orvalho (Tpo, °C). Nesse sentido, para análise térmica, os

equipamentos utilizados na área interna e externa do galpão foram desenvolvidos e validados pelo Departamento de Engenharia Agrícola/UFS.

As temperaturas e umidade relativa do ar foram registradas, por meio dos sensores de bulbo seco e sensor de umidade, inseridos no interior de um globo negro. A temperatura de ponto de orvalho (Tpo) não foi obtida a partir da utilização de sensores, mas sim, calculada a partir de equação, considerando temperatura de bulbo seco (temperatura do ar) e umidade relativa (LAWRENCE, 2005; ALDUCHOV & ESKRIDGE, 1996), sendo:

$$T_{po} = \frac{B1 * \left[\ln \left(\frac{RH}{100} \right) + \frac{A1 * T_a}{B1 + T_a} \right]}{A1 - \ln \left(\frac{RH}{100} \right) - \frac{A1 * T_a}{B1 + T_a}}$$

Onde: RH =Umidade relativa (%); Ta =Temperatura ambiente (°C); A1 =17,625;
B1 =243,04.

Os valores registrados foram utilizados para cálculo dos Índices de Conforto Térmico, sendo eles: Índice de Temperatura e Umidade (ITU), e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), propostos por Thom (1959) e Buffington et al. (1981), conforme equações a seguir:

$$ITU = T_a + 0,36T_{po} + 41,5$$

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5, \text{ sendo:}$$

Ta = temperatura do termômetro de bulbo seco;

Tgn = temperatura do globo negro em graus centígrados;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus centígrados.

Os valores foram comparados com já publicados e definidos como ideais para avaliar o conforto térmico de bovinos leiteiros, segundo Baêta & Souza (2010) – ITGU e Ferreira (2015) – ITU.

Para analisar os índices de conforto térmico foram utilizadas cartas de controle individual, que é uma das ferramentas do Controle Estatístico de Processo (CEP). As cartas de controle foram elaboradas utilizando o programa Minitab 19.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos após o período experimental, segundo avaliação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o ambiente interno do “Compost Barn” (INT) e para o ambiente externo (EXT) são apresentados a seguir. Adotou-se a classificação de ITU para bovinos leiteiros de alta produção proposta por Ferreira (2015), em que o ITU abaixo de 68 indica sem estresse; de 69 a 71 indica um leve estresse; de 72 a 79 indica um estresse ameno; de 79 a 89 indica um estresse moderado; e de 90 a 98 indica estresse grave.

Durante os três meses de coleta de dados, o ITU interno em momento algum apresentou-se ideal para o conforto térmico das vacas, uma vez que vacas em lactação se encontram em situação de conforto térmico quando ITU é, no máximo, igual a 68 (FERREIRA, 2015). Os menores valores de ITU, entre os 3 meses, foram observados nos períodos madrugada e noite, com médias variando de 72,8 (madrugada) e 74,2 (noite), classificando a situação dos animais em estresse ameno. Quando observados os valores médios de ITU para os dois períodos de coleta com temperaturas médias mais elevadas, isto é, manhã e tarde, a situação dos animais já pode ser classificada como estresse moderado, já que nesses períodos, o menor valor observado foi de 75,8 (manhã) e o maior, 77,8 (tarde), conforme Figuras 1, 2 e 3.

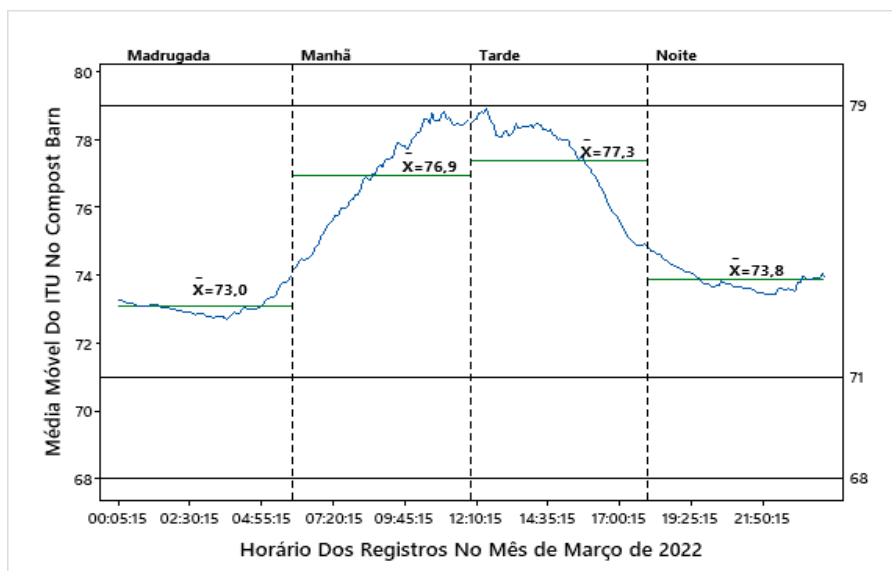


Figura 1. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em março de 2022.

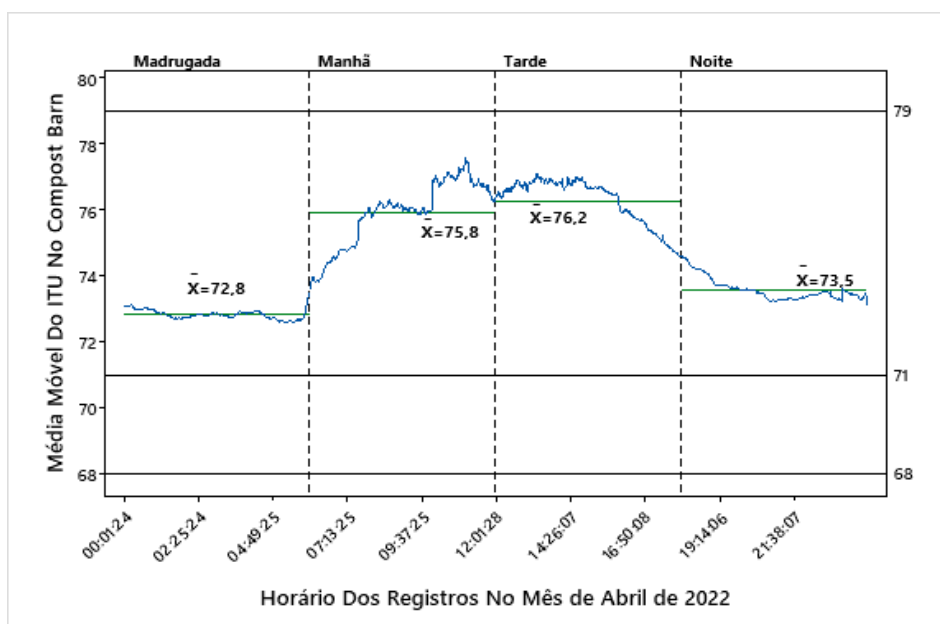


Figura 2. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em abril de 2022.

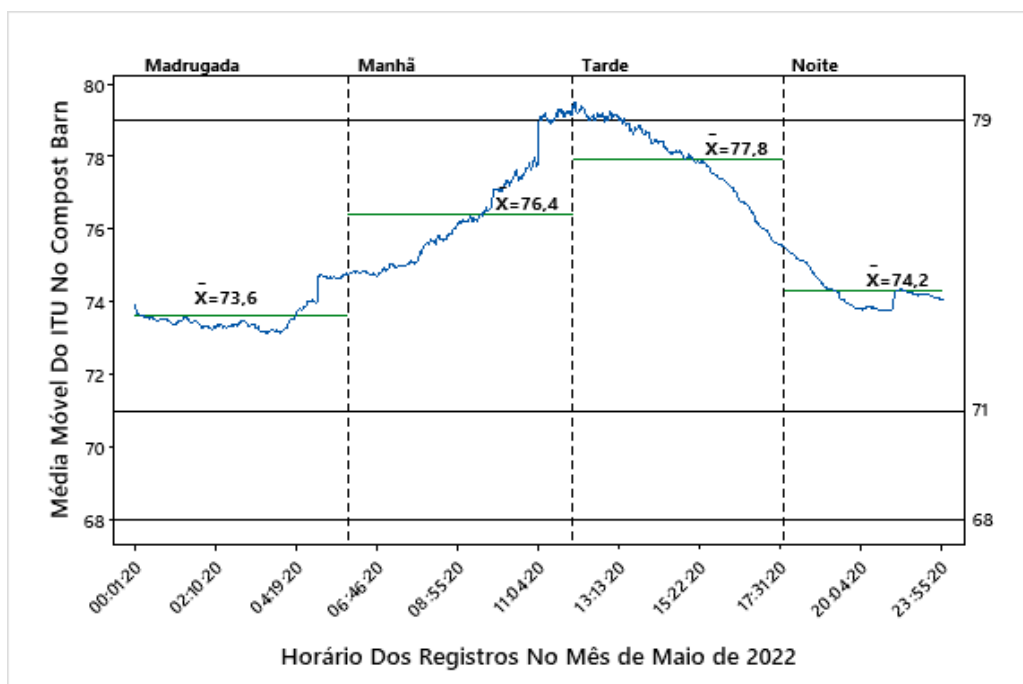


Figura 3. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em maio de 2022.

Para o ambiente externo (EXT), os resultados estão apresentados nas Figuras 4, 5 e 6 e se apresentaram distintos aos observados no ambiente interno. Quando avaliados os

períodos manhã e tarde, com valores de ITU variando de 79,8 (menor registro) a 83,9 (maior registro), impondo às vacas, quando em pastejo, a uma situação classificada, segundo Ferreira (2015), de estresse moderado. Nos períodos madrugada e noite, o ambiente externo estaria fornecendo, para vacas leiteiras de produção média a alta, situação variando de leve estresse a estresse ameno, uma vez que os valores mínimo e máximo para ITU, nos 3 meses de experimentação, variaram de 70,1 (madrugada) a 72,9 (noite).

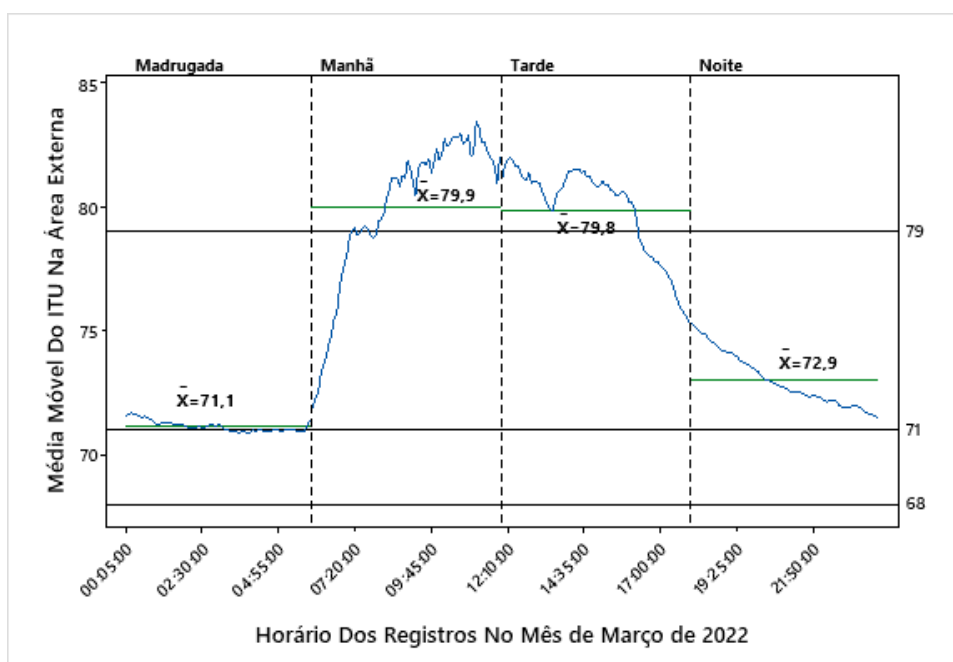


Figura 4. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em março de 2022.

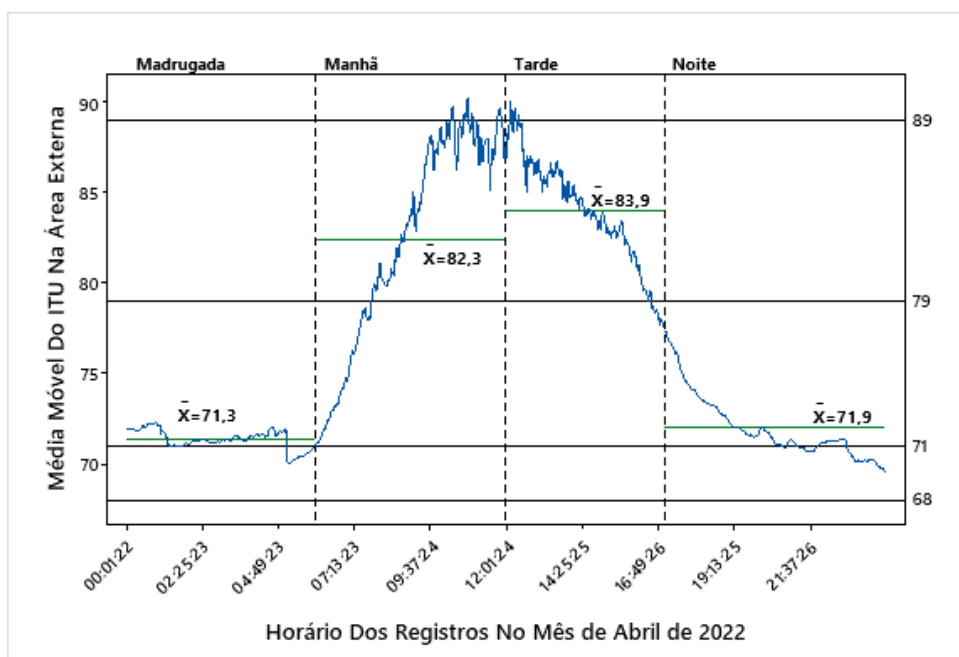


Figura 5. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em abril de 2022.

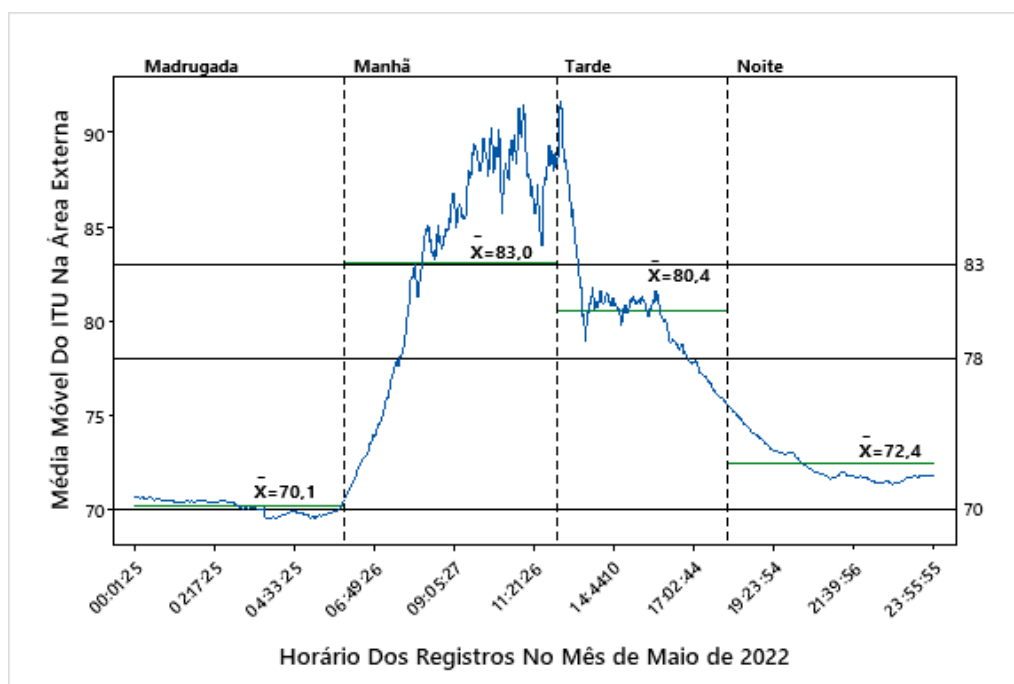


Figura 6. Índices de temperatura e umidade (ITU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em maio de 2022.

Os resultados da presente pesquisa estão de acordo com os publicados por Siqueira et al. (2021), em que avaliaram ITU em “Compost barn” localizado em Carira, Sergipe, entre os meses de abril e maio de 2021, observando que o ITU no interior do compost, em nenhum dos quatro períodos avaliados (madrugada, manhã, tarde e noite), apresentou-se ideal para o conforto térmico das vacas, com menores médias de ITU de madrugada (73,35) e maiores valores a tarde (81,5), sendo assim, o ambiente foi classificado como estresse ameno a moderado. Essa observação também foi feita para o ambiente externo, com valores mínimo e máximo, respectivamente, 73,9 (madrugada) a 80,3 (tarde), indicando situação de estresse ameno a moderado.

Também Mota et al. (2019), avaliando o conforto animal do ambiente térmico no interior de galpões de confinamento para bovinos leiteiros no modelo “compost barn”, encontraram valores de ITU também classificando a situação térmica dos animais como estresse leve a ameno (72,7 a 77,1) no ambiente interno e, situação de estresse moderado (81,36 a 81,73), quando avaliado o ambiente externo ao compost barn.

Com relação ao Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), os resultados obtidos no presente estudo estão apresentados nas Figuras 7,8 e 9, sendo a avaliação do ambiente interno do compost barn (INT) e nas Figuras 10, 11 e 12 para a caracterização térmica do ambiente externo (EXT). Para a validação dos valores de ITGU encontrados em ambos os ambientes, foram adotados os valores de ITGU indicados por Baêta & Souza (2010), sendo a classificação: valores abaixo de 74 indicam situação de conforto; valores na faixa de 74 a 78,9 caracterizam situação de estresse térmico leve e valores de 79 a 84 caracterizam que os animais se encontram em situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.

De acordo com as médias de ITGU, mês a mês, nos 4 períodos de coleta, observou-se que durante os períodos da noite e madrugada os valores encontrados caracterizaram o ambiente como confortável aos animais, uma vez tanto no ambiente interno (INT) quanto no externo (EXT), os valores médios de ITGU variaram de 70,6 a 73,2, com menores médias no ambiente externo e as maiores médias obtidas no interior do compost. Segundo Baêta & Souza (2010), valores abaixo de 74 indicam situação de conforto térmico para vacas leiteiras de média a alta produtividade.

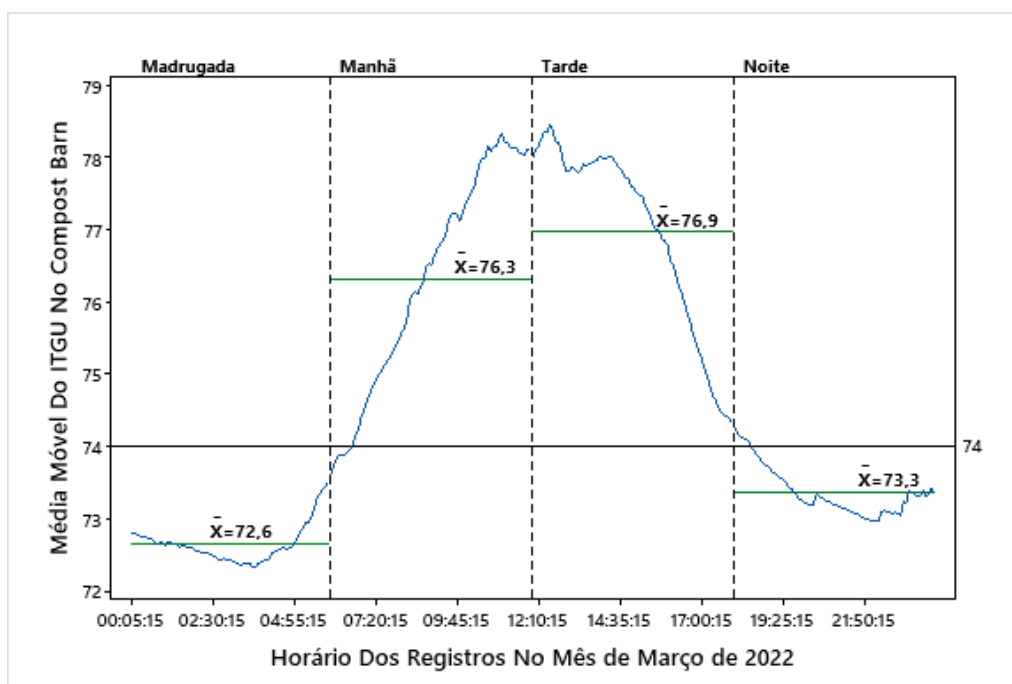


Figura 7. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em março de 2022.

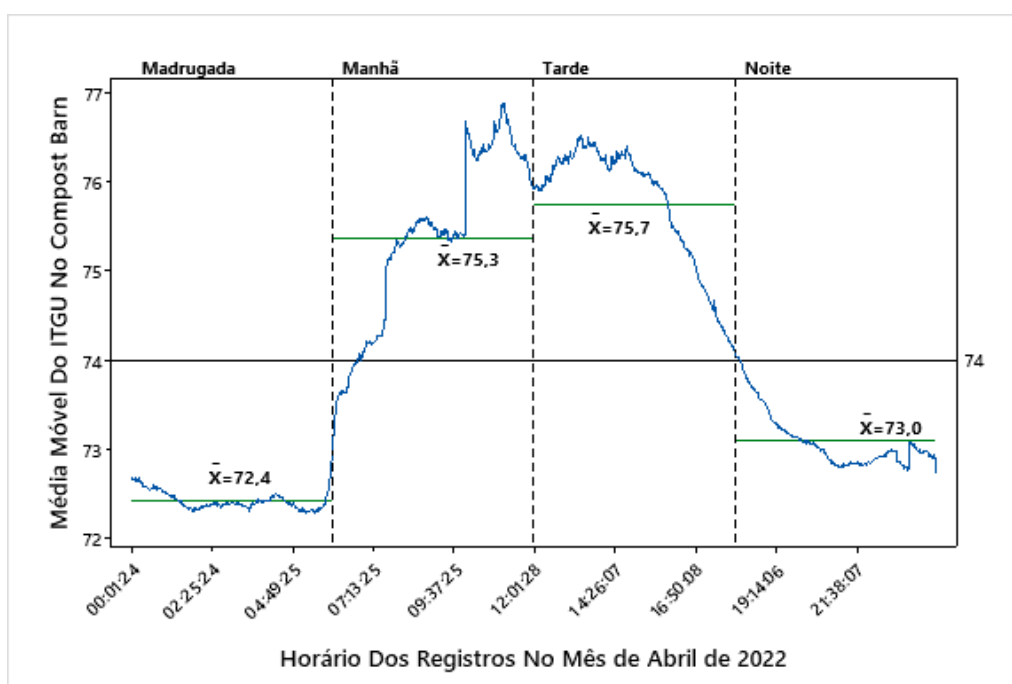


Figura 8. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em abril de 2022.

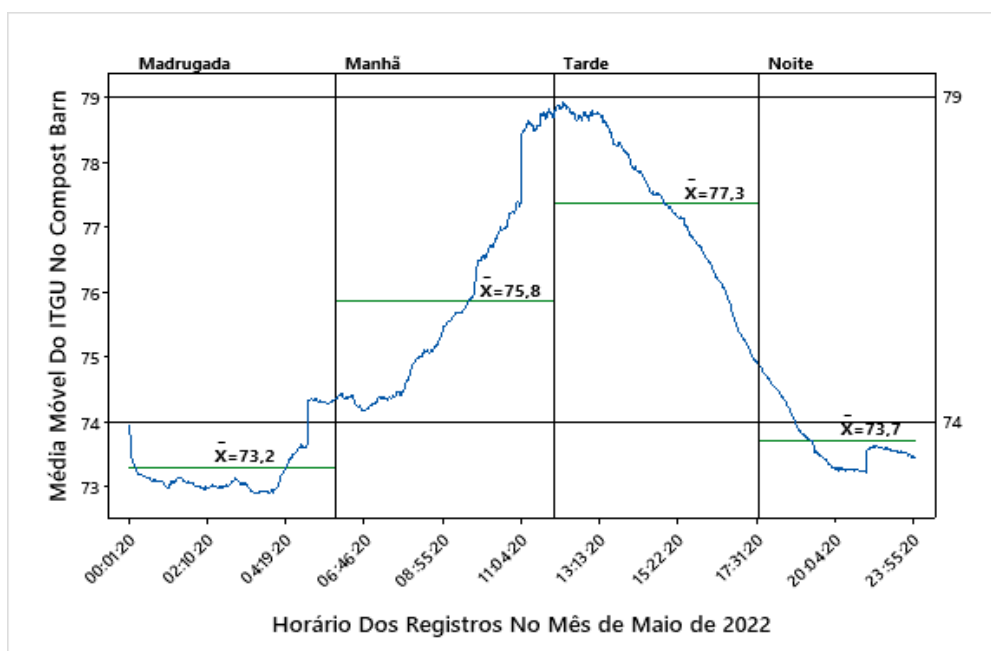


Figura 9. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente interno do “compost barn” (INT), em maio de 2022.

Em contrapartida, durante os períodos da manhã e tarde, quando avaliados os ITGU médios no ambiente INT, a classificação do ambiente térmico de criação das vacas foi de condição de estresse térmico leve, uma vez que se observaram valores entre 75,3 a 77,3, nos meses de abril a maio/2022. Já no ambiente externo (EXT), os valores nesses mesmos períodos do dia variaram de 81,4 a 85,6, caracterizando esse ambiente como situação de perigo, ou seja, elevado estresse térmico.

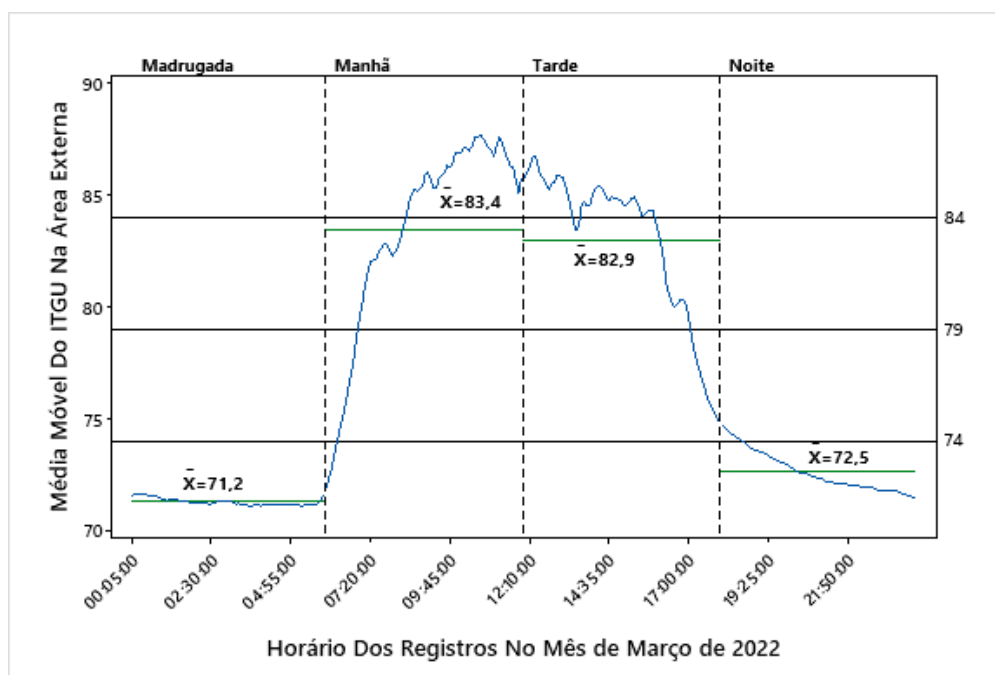


Figura 10. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em março de 2022.

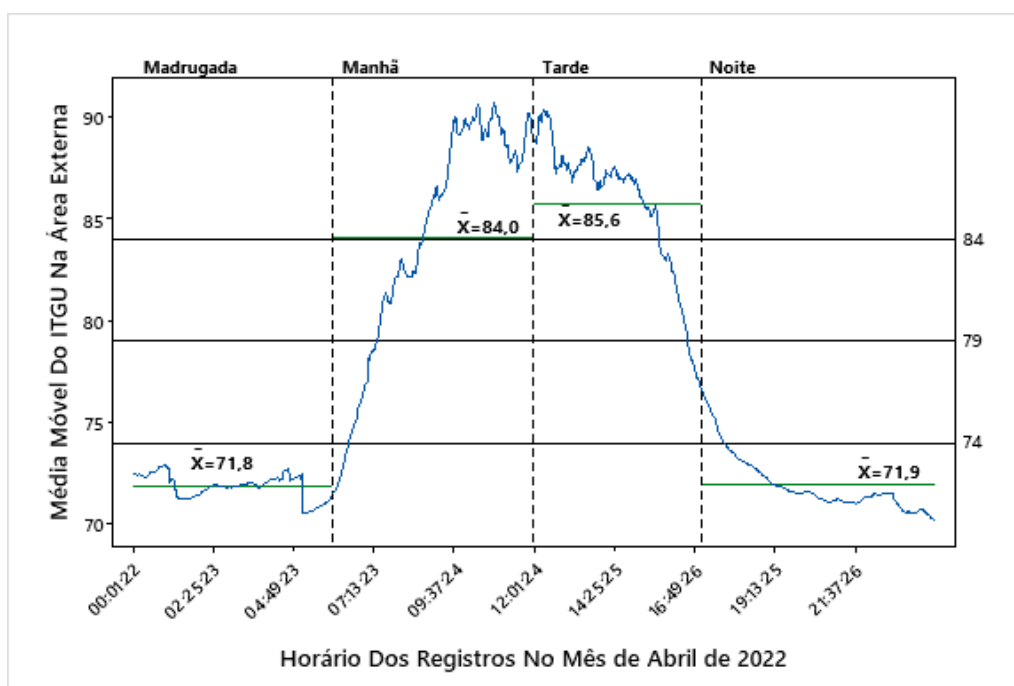


Figura 11. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em abril de 2022.

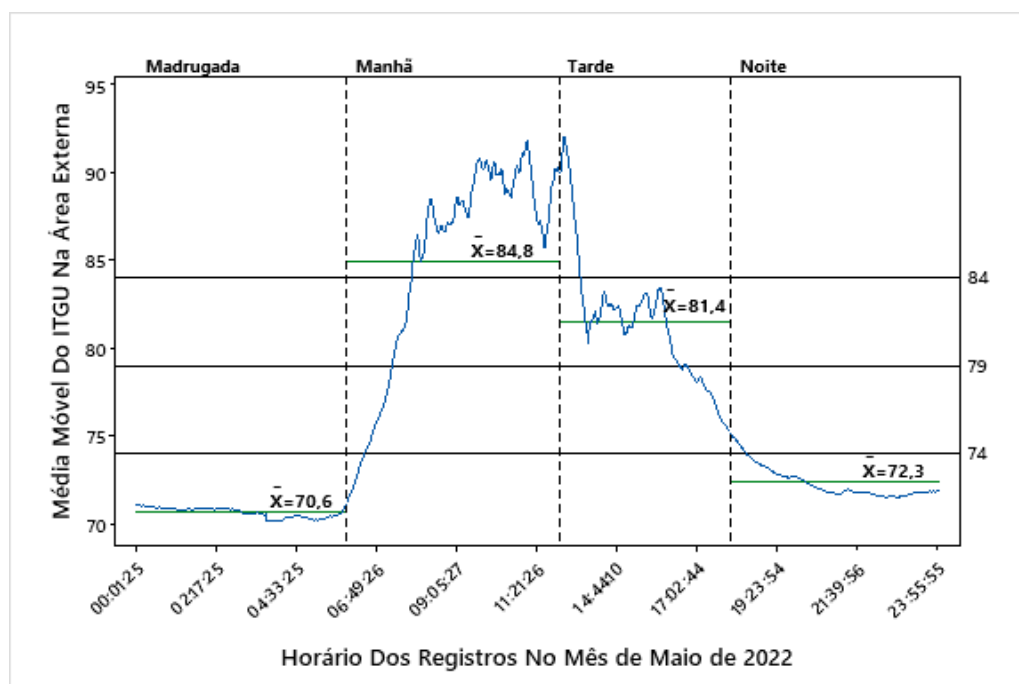


Figura 12. Índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para o ambiente externo ao “compost barn” (EXT), em maio de 2022.

Resultados semelhantes foram encontrados por Siqueira et al. (2021), em que nos períodos de temperatura mais amenas, isto é, madrugada e noite, tanto no ambiente interno quanto no externo do “compost barn”, estes autores observaram valores para ITGU entre 71,4 e 74 (INT e EXT, respectivamente), classificando o ambiente como termicamente confortável aos animais. Já nos períodos com temperaturas mais elevadas, manhã e tarde, dentro do “compost barn” (INT), eles perceberam os animais em condições de estresse térmico (leve a moderado), já que o ITGU médio nesses períodos variou de 76,5 a 78,8. No ambiente definido por EXT, as médias de ITGU ultrapassaram o valor da literatura, definido como máximo para vacas leiteiras, isto é, acima de 84, caracterizando situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.

Outros estudos caracterizando o ambiente térmico, com o ITGU como referência, também corroboram com os resultados encontrados na presente pesquisa, onde Ávila et al. (2013), estudando os parâmetros fisiológicos de vacas da raça Holandês em lactação durante a estação de inverno e de primavera, avaliando ITGU, constataram que, no inverno, quando os valores de ITGU variaram de 72 a 80, as vacas apresentaram alterações cardíacas e respiratórias, o que associaram ao estresse térmico, uma vez que esses valores de ITGU indicavam situação de estresse térmico moderado. No período da primavera, os valores para

ITGU (81-84) sugerem que os animais se encontravam em situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.

Moura et al. (2010), em experimento conduzido na estação do verão, observaram resultados de máximo e mínimo do ITGU variando entre 81,2 a 83,4, entre as 9 e 15:00 horas, indicando que os animais se encontravam em situação de perigo podendo acarretar baixo rendimento.

Diante dos resultados apresentados, percebe-se a importância de não avaliar somente apenas um índice. Silva (2000), relata a falta de precisão em só avaliar o ITU para a ambiência de animais mantidos sob sombra/confinamento ou expostos diretamente ao sol, sendo indicado avaliar também o ITGU, para avaliar o conforto térmico do ambiente, muito relevante em regiões tropicais, uma vez que este índice combina os efeitos da radiação, velocidade do ar, temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido.

A utilização dos índices bioclimáticos na produção de vacas leiteiras, em confinamento ou a pasto, permite uma avaliação mais precisa da situação de conforto dos animais, por ser uma medida confiável, permitindo a comparação de resultados zootécnicos obtidos com animais mantidos em diferentes regiões climáticas (FERREIRA, 2015).

4- CONCLUSÃO

Pode-se constatar que, para melhor avaliar o ambiente térmico de criação das vacas, o ITGU, melhor caracterizou o ambiente, estando os animais em situação de conforto a leve estresse térmico, não impondo riscos à termorregulação das vacas. Porém, se avaliado apenas o ITU, esse não seria classificado positivamente quanto ao conforto térmico e termorregulação eficiente das vacas.

Mais estudos, em condições análogas a da presente pesquisa, são necessários para uma melhor caracterização do ambiente térmico da região do Alto Sertão Sergipano, já que os índices analisados assinalaram para um ambiente com condições climáticas muitas vezes estressantes aos animais.

5- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; et al. **Estimativas de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês-Zebu em lactação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais, conforto animal.** Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. 246p.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO AROCHO, A.; CANTON, G. H; PITT, D. **Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows.** Transaction of the ASAE, v.24, p.711-714, 1981.

COSTA, P. A., Saraiva, E. P., Saraiva, C. A. S., Fonseca, V. D. F. C., Almeida, M. E. V., dos Santos, S. G. G. C., ... & Neto, P. J. R. (2015). **Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical.** Revista AGROTEC; v, 36(1), 280-293.

ENDRES, M.I.; BARBERG, A.E. **Behavior of dairy cows in an alternative beddedpack housing system.** Journal of Dairy Science, v.90, n. 9, p. 4192-4200, 2007.

FERREIRA, R. A. **Maior Produção com Melhor Ambiente: Para Aves, Suínos e Bovinos.** Viçosa, MG, 3. ed. Aprenda Fácil, 2015. 526 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados – Brasil/ Pecuária,** 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores IBGE: estatística da produção agrícola.** Microdados da amostra Nossa Senhora da Glória, Sergipe: IBGE; 2020.

JUNG, F. C.; JÚNIOR, M. A. A. **Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul.** Ágora, Santa Cruz do Sul, v. 19, n. 1, p. 34-47, 2017.

KOGIMA, P. D. A. **O bem-estar de vacas leiteiras criadas em sistemas a pasto, compost barn e free stall em Santa Catarina, Brasil.** 2021. Disponível em: <file:///C:/Users/maria/Downloads/DOC-20220813-WA0048.%20(1).pdf> Acesso em 10 de março de 2022.

MOURA, A. K. *et al.* **Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras.** PUBVET, Londrina, v. 4, n. 32, ed. 137, Art. 926. 2010.

OLIVEIRA, L. D. S. *et al.* **Efeito do aumento da temperatura na classificação climática do município de nossa senhora da Glória-SE. II Congresso Internacional da Realidade Semiárida & III Simpósio Alagoano Sobre Ecossistemas do Semiárido.** Delmiro Gouveia - Campus Sertão - UFAL. 11 a 15 de novembro de 2014.

PASSINI, R. et al. **Teste de tolerância ao calor em bovinos girolandos cruzados no centro-oeste do Brasil.** *Acta Veterinaria Brasilica*, 8(3), 163-168.

PEIXOTO, M. S. M. **Termorregulação de bovinos leiteiros confinados em instalação compost barn em região semiárida. Dissertação (Mestrado em Engenharia de sistemas agrícolas)** – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PIRES, M. F. A; FERREIRA, A. M; COELHO, S. G. **Estresse calórico em Bovinos de Leite.** Caderno técnico de Veterinária e Zootecnia, n.29, p.23-37, 1999.

SANTANA, A. D. S. (2022). **Caracterização do ambiente térmico de criação de vacas em lactação no Alto Sertão Sergipano.** Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/15972/2/Ademilson_Santos_Santana.pdf> Acesso em 14 de julho de 2022.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal.** São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SIQUEIRA, I. H. S.; VALE, P. A. C. B.; VALE, W. G.; BARRETO, L. M. G.; MENESES, M. D.; SANTOS, E. J.; JUNIOR, V. R.; BRÊTAS, A. A. **Caracterização da variabilidade espacial dos índices de conforto térmico para vacas leiteiras criadas em compost barn.** *Brazilian Journal of Developmen*, v.8, n.5, p.38001-38014, 2021.