



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**CAMPUS SERTÃO**

**IOHANN HEBERT SANTOS SIQUEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE  
CONFORTO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA DE  
CONFINAMENTO COMPOST BARN**

**NOSSA SENHORA DA GLÓRIA**  
**JULHO/2021**

**IOHANN HEBERT SANTOS SIQUEIRA**

**CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE  
CONFORTO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA DE  
CONFINAMENTO COMPOST BARN**

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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Patricia de Azevedo  
Castelo Branco do Vale

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Lígia Maria Gomes  
Barreto

**NOSSA SENHORA DA GLÓRIA**

**JULHO/2021**

## TERMO DE APROVAÇÃO

IOHANN HEBERT SANTOS SIQUEIRA

### **CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES DE CONFORTO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA DE CONFINAMENTO COMPOST BARN**

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:



Profª Drª Patrícia de Azevedo Castelo Branco do Vale  
Orientadora – Núcleo de Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão



Prof. Dr. Wellington Gonzaga do Vale

Examinador (a) 1

Universidade Federal de Sergipe – DEAGRI/São Cristóvão



---

Prof. Dr. Vittor Tuzzi Zancanela

Examinador (a) 2

Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão

Nossa Senhora da Glória-SE, 02 de julho de 2021

A minha família, minha mãe Lucila Maria dos Santos, ao meu pai Rivaldo de Oliveira Siqueira, aos meus irmãos Juan Pablo e Layna, minha avó Zuleica, aos meus tios e tias por parte de mãe e pai, e a minha filha Eva Maria.

*DEDICO*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concebido o dom da humildade e da resiliência que são as peças-chaves do sucesso da minha trajetória.

Agradeço a minha família por ter me acompanhado e ter me dado todo o suporte possível para que esse sonho pudesse ser realizado.

A minha mãe Lucila Maria dos Santos, ao meu Pai Rivaldo de Oliveira Siqueira meu muito obrigado, amo vocês!

Aos meus irmãos, meu muito obrigado por sempre estarem pegando no meu pé pedindo para eu amadurecer, mas entendam que é o meu jeito de animar a casa, a vida precisa de sorrisos nos rostos e é isso que eu tento trazer.

A minha avó Zuleica, as minhas tias Dedéia e Terezinha, ao meu avô Zé Pequeno (in memoriam), ao meu saudoso tio Saulo do Banese (in memoriam), esses dois últimos “Ah como eu queria que vocês estivessem presentes nesse momento”, sou muito grato a vocês.

Aos meus familiares por parte de mãe em especial a minha tia Jackeline e o seu esposo Fábio e seu filho Vitor, que Deus iluminem cada vez mais essa família unida que vocês têm.

Aos meus amigos da república os Ceboleiros, David, Honairam e Natan, obrigado parceiros vocês foram minha família durante quase três anos, foi estouro a nossa república.

Aos meus irmãos do ensino médio que até os dias de hoje estamos juntos, João Pedro, Alef e Ícaro, todo sucesso do mundo meus parceiros, estou chegando para completar o time dos formados haha!

À minha orientadora de estágio e Trabalho de Conclusão de Curso Prof<sup>ra</sup>. Patricia Castelo Branco do Vale, que me apoiou durante todo o ciclo 5, na condução do estágio e confecção do TCC, meu muito obrigado!

Ao meu supervisor Paulo Giovanni e toda a sua equipe de funcionários pela hospitalidade e por todo o conhecimento adquirido nesses últimos meses de estágio.

A minha sogrinha querida Josineuza Costa, por sempre estar do meu lado, tenho um afeto muito grande pela senhora.

Agora algumas bênçãos nos últimos tempos que são a minha namorada Lays Vitória e a minha filha Eva Maria, amo muito vocês! São as minhas motivações diárias de me tornar um homem cada vez melhor.

Todas essas pessoas, entre outras foram e são muito importantes para que eu alcançasse os meus objetivos.

MUITO OBRIGADO!

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	14
<b>Figura 1.</b> Índices de temperatura e umidade (ITU) para a área interna do Compost . Barn (CB) .....	15
<b>Figura 2</b> Índices de temperatura e umidade (ITU) para a área externa do CB .....	16
<b>Figura 3</b> Índices de temperatura e umidade de globo negro (ITGU) para área interna do Compost Barn (CB) .....	17
<b>Figura 4</b> Índices de temperatura e umidade de globo negro (ITGU) para área externa do CB .....	18
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	20
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21

Artigo científico elaborado segundo as normas do periódico **Energia na Agricultura**– ISSN  
1808-8759

**CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ÍNDICES  
DE CONFORTO PARA VACAS LEITEIRAS CRIADAS EM SISTEMA  
DE CONFINAMENTO COMPOST BARN**

**CHARACTERIZATION OF THE SPATIAL VARIABILITY OF  
COMFORT INDICES FOR DAIRY COWS BREEDING IN A COMPOST  
BARN CONTAINMENT SYSTEM**

**RESUMO:** O presente trabalho teve por objetivo caracterizar o ambiente térmico de criação de vacas leiteiras confinadas em instalação Compost Barn (CB), com base em índices de conforto térmico. O experimento foi conduzido no final do período seco e início do período chuvoso, entre os meses de abril e maio de 2021. Para a análise térmica do ambiente de criação, foram utilizados os Índices de Conforto Térmico, sendo Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). Durante as cinco semanas de coleta de dados, o ITU para o Compost Barn em momento algum apresentou-se ideal para o conforto térmico das vacas. Para o ITGU, constatou-se que durante o período da madrugada e da noite, os valores caracterizam-se como situação de conforto térmico aos animais na área interna do CB. Já nos períodos da manhã e da tarde, as situações de conforto térmico para bovinos foram classificadas em condições de estresse térmico (leve). De acordo com o apresentado, o ambiente térmico no interior do galpão de CB apresentou-se insatisfatório em maior parte dos períodos avaliados, sugerindo condição desafiadora para as vacas mantidas na instalação, no que tange seu conforto térmico.

**Palavras-chave:** ambiente térmico, bem-estar, produção de leite

**ABSTRACT:** The present work aimed to characterize the thermal environment of confined dairy cows in a Compost Barn (CB) facility, based on thermal comfort indices. The experiment was conducted at the end of the dry season and the beginning of the rainy season, between the months of April and May 2021. For the thermal analysis of the rearing environment, the Thermal Comfort Indices were used, being the Temperature and Humidity Index (THI) and Globe Temperature and Humidity Index (GTHI). During five weeks of data collection, THI for the Compost Barn at no time was ideal for the thermal comfort of the cows. For GTHI, it was found that during the period of dawn and night, the values characterize a situation of thermal comfort for animals in the internal area of the CB. In the morning and afternoon periods, the thermal comfort situations for cattle were classified as thermal stress conditions (mild). According to what was presented, the thermal environment inside the CB shed was unsatisfactory in most of the evaluated periods, suggesting a challenging condition for the cows kept in the facility, regarding their thermal comfort.

**Keywords:** milk production, thermal environment, well-being.

## 1 INTRODUÇÃO

O leite é um dos principais alimentos produzidos em todo o mundo, considerado essencial para alimentação humana. Ele é responsável por uma parcela significativa da economia mundial, principalmente em países considerados em desenvolvimento e em sistemas de agricultura familiar (JUNG & JÚNIOR, 2017).

Nos últimos 30 anos, a produção mundial de leite passou por transformações constantes o que alavancou em 50% no acréscimo da produtividade, alcançando a marca de 33,8 bilhões de litros em 2018 (IBGE, 2018). O que faz acreditar sobre a importância desse cenário alimentício para a economia mundial até os dias atuais.

O Brasil foi responsável, em média, por 7% da produção mundial de leite, o que coloca na quinta posição em termos de volume, entre os anos de 2008 e 2018. Os primeiros países do ranking são, União Europeia (30,47%), Estados Unidos (19,6%), Índia (12,8%) e China (7,21%) que, juntos com a produção brasileira, somam 76% do total (DERAL, 2020).

O município de Carira, está localizado na região Oeste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com município de Nossa Senhora da Glória, segundo maior produtor de leite do estado. Estando a uma altitude de 351 metros acima do mar, possui uma área territorial de 638,743km<sup>2</sup>, com clima semiárido, com predominância de bioma da caatinga (IBGE, 2019).

Carira apresenta o 7º maior rebanho bovino do estado de Sergipe, com um efetivo de 36.559 cabeças em 2019. Sendo que desse efetivo, o número de vacas ordenhadas é de 5.900 cabeças, o que representa 16,1% do rebanho do município, em termos de produção cerca de 7.675 litros dia, o que faz com que o Carira fique entre os dez maiores produtores do estado (IBGE, 2019).

A ação dos fatores ambientais em volta dos animais, tem se tornado uma das problemáticas mais influentes que afetam a produtividade leiteira no país, devido a uma grande variabilidade de microclimas e diversidade de raças produtoras de leite (PINHEIRO et al., 2015). O que representa um grande desafio para pecuária em relação ao monitoramento do estado de bem-estar dos animais e controle do estresse térmico.

O estresse térmico é capaz de causar prejuízos consideráveis no sistema de produção, como redução do desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, peças chave para o sistema. Sendo que a maneira de quantificar ou medir a sensação de calor se dá por meio dos fatores ambientais, como: a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, a radiação solar,

a velocidade do vento, e por fatores individuais, como o metabolismo e o tipo de pelame (MOTA et al., 2020).

De acordo com Azevedo et al. (2005), cerca de dois terços do território brasileiro está localizado na faixa tropical do planeta, onde prevalecem altas temperaturas, em decorrência da grande intensidade da radiação solar incidente. Em relação ao município de Carira, localizado no estado de Sergipe, o clima da região é do tipo Aw. Com representação de duas estações bem definidas. Com temperatura média anual de 23,7°C e precipitação média anual de 595, 86 mm. O período chuvoso vai do final de março a final de agosto, início de setembro. Os outros meses se caracterizam pelo período seco (EMDAGRO, 2013).

A predominância de elevadas taxas de radiação solar durante o dia, provocam grandes mudanças no mecanismo fisiológico dos animais, como o aumento de temperatura corporal, frequência respiratória, batimentos cardíacos e taxa de sudorese. Com isso, os animais têm que lançar mão de mecanismos anatomofisiológicos de adaptação às circunstâncias ambientais ao qual estão inseridos, sobretudo, em regiões de baixa latitude (semiárido) (PINHEIRO et al., 2015).

Como forma de melhorar a qualidade de vida dos animais, 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 tecnologias voltadas para a construção de um ambiente mais adequado para manter os seus animais. Assim, no ano de 2007 surgia, cientificamente, o conceito Compost Bedded Pack Barn (JANNI et al., 2007 e BARBERG et al., 2007), mais conhecido atualmente como Compost Barn. Este, então, originou-se por meio de adaptações ao sistema loose housing (BARBERG et al., 2007), que consiste em um espaço coletivo para descanso dos animais, com uma pista de alimentação em anexo.

Com o aumento da adoção desse sistema, as pesquisas obtiveram resultados positivos encontrados em fazendas que faziam o seu uso. Essa série de resultados positivos demonstram que o Compost Barn favorece o conforto e o bem-estar dos animais, bem como contribui para a melhoria dos índices produtivos do rebanho (ENDRES et al. 2007; SHANE et al. 2010; KLASS et al. 2010 e LOBECK et al. 2011). Vantagens essas, tais como: maior conforto aos animais, possibilitando que os animais se deitem em qualquer posição e circulem 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, dentre outras (PEIXOTO, 2017).

Porém, as vantagens citadas acima não estão relacionadas somente em relação a construção da estrutura do Compost Barn, além de todo o alojamento estar corretamente instalado, todo o sistema precisa ser manejado de forma adequada e de forma rotineira, para que obtenham um bom funcionamento.

Com o objetivo de caracterizar os níveis de conforto térmico dos animais, foram desenvolvidos variados índices de conforto térmico, os quais, em sua grande maioria, foram feitos a partir de dois ou mais fatores climáticos (PIRES et al., 1999).

Em estudos voltados ao conforto térmico em humanos, Thom (1959), desenvolveu o índice de temperatura e umidade (ITU), o qual constituiu informações referentes às variações de temperatura e umidade relativa do ar, sob baixas velocidade do vento. Johnson et al. (1962) constataram que essas mesmas variáveis poderiam servir como parâmetros para avaliação de conforto térmico em bovinos leiteiros, correlacionado a dados de produção de leite. Hahn & Youssef (1985), em seus estudos seguintes, classificaram as faixas de ITU, de acordo com os níveis de estresse térmico, e atribuíram valores abaixo ou igual a 70 como indicativos a situação de conforto; entre 71 e 78, situação crítica; de 79 a 83 como perigo e acima de 83 caso de emergência.

Em decorrência de não considerar a radiação, Buffington et al. (1981), apresentaram o Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU). Os autores citados relacionaram ambos os índices com a produção de leite, e em comparação ao ITU, o ITGU quando utilizado sob a radiação solar direta, em testes com os animais em estado de estresse severo por calor, o ITGU indicou ter sido o índice mais preciso de conforto térmico. Em adição, Silva (2000), em pesquisa desenvolvida com bovinos leiteiros, observou que somente o índice de temperatura e umidade (ITU) não seria suficiente para avaliar o ambiente térmico de criação dos animais, pois não demonstraria com precisão as diferenças entre animais mantidos a sombra ou expostos diretamente ao sol.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar o ambiente térmico de criação de vacas leiteiras confinadas em instalação Compost Barn, com base em índices de conforto térmico.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em um confinamento de bovinos leiteiros no modelo Compost Barn, em uma propriedade rural particular no município de Carira, no estado de Sergipe. De acordo com a classificação internacional de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, o que caracteriza duas estações bem definidas: uma seca e de temperaturas elevadas, que se prolongam entre os meses de setembro a março, e outra estação úmida e de temperaturas mais amenas, de abril a agosto. A temperatura média no período seco é de máxima de 34°C e mínima média é de 22°C. No período chuvoso a máxima é de 28°C e mínima de 18°C.

O experimento foi conduzido no final do período seco e início do período chuvoso, entre os meses de abril e maio de 2021. Os dados foram coletados diariamente, por 30 dias, durante 24 horas, com intervalos de coleta de 10 minutos, tanto para coletas de dados referentes às condições térmicas do ambiente externo, bem como os dados referentes ao ambiente interno (interior do galpão do Compost Barn).

O galpão por sua vez, já apresentava um termo higrômetro e relógio digital marca tomate mod pd-003. Este também foi monitorado e coletado seus dados de forma manual de hora em hora, das 6 horas da manhã até às 18 horas.

O galpão foi construído com orientação Noroeste/Sudoeste, com 22 metros de largura por 60 metros de comprimento, pé direito de três metros e setenta e cinco centímetros, e cumeeira de sete metros. O espaço interno do galpão é dividido em área de cama, sendo 14m x 60 o que corresponde à 840m<sup>2</sup>, respeitando 10m<sup>2</sup> por vaca o galpão possui capacidade para 84 animais de forma confortável. A área de alimentação corresponde 4m x 60m com um comedouro (cocho de volumoso) em toda extensão do galpão de 0,70cm x 60m. Durante toda extensão do galpão na área de alimentação, a estrutura possui cinco cochos de água com capacidade de aproximadamente 400 litros, com sistema de boia. A suplementação de mistura mineral utilizada no compost é um composto comprado pronto (MUB) que dispensa o uso de cocho feito de alvenaria. O galpão possui duas linhas de ventiladores, lado a lado com a outra, um total de 10 ventiladores com três hélices, motor de um cavalo (1cv), ventila até 10m de distância e oito metros por segundo. Com funcionamento automático de 00:00h às 3h da manhã, liga 6h, desliga 9h, liga 10h, desliga às 15h e liga novamente às 19h e repete o ciclo até meia noite.

Para a coleta de dados na parte interna do galpão, foram utilizados dois equipamentos idênticos, alocados cada um em uma metade do galpão, distando 1,7 metros do chão,

representando assim a altura média dos animais, para refletir com mais precisão a sensação térmica dos mesmos. Para avaliação do ambiente térmico na área externa do galpão, um equipamento idêntico aos descritos anteriormente foi colocado em área que permitiu que o mesmo estivesse constantemente exposto à condição de insolação.

A caracterização do ambiente térmico de criação foi realizada por meio da avaliação da umidade relativa do ar (UR, %) e temperatura ambiente, registradas como temperaturas de bulbo seco (Tbs, °C), temperatura de ponto de orvalho (Tpo, °C) e de globo negro (Tgn, °C).

Para a análise térmica do ambiente de criação, os equipamentos utilizados tanto no interior do galpão quanto na área externa foram desenvolvidos e validados pelo Departamento de Engenharia Agrícola/UFS. Esse aparelho é composto por um sensor de temperatura DS18B20, inserido no globo negro (esfera oca, de 15 cm de diâmetro, pintada de preto fosco, em material PLA), capaz de medir em graus Celsius, operando entre -55 até +125°C e com precisão de  $\pm 0,5^\circ\text{C}$ , quando na faixa de -10 até +85°C. Semelhante à metodologia adotada com o sensor de temperatura, o sensor de umidade relativa utilizado é o HTU21d de circuito I2C e alimentação de entrada de até 3.6V. Mensura umidade e temperatura em porcentagem e graus Celsius, nas faixas de 0 à 100% e -40 à 125°C.

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:

$$\text{ITU} = \text{Tbs} + 0,36\text{Tpo} + 41,5$$

$$\text{ITGU} = \text{Tgn} + 0,36\text{Tpo} + 41,5$$

Onde:

Tbs = temperatura do termômetro de bulbo seco;

Tgn = temperatura do globo negro em graus centígrados;

Tpo = temperatura do ponto de orvalho em graus centígrados.

A coleta de dados foi conduzida durante 24 horas, com registro dos dados a cada dez minutos, o qual foi dividido em quatro períodos de coleta, sendo: madrugada (00:00 – 05:55h), dia (06:00 – 11:55h), tarde (12:00 – 17:55h) e noite (18:00 – 23:55h).

Os valores obtidos para os índices de conforto térmico foram comparados com os definidos como ideais para promover o conforto térmico para bovinos leiteiros, segundo Ferreira (2015), para os valores de ITU e Baêta (1985), para o ITGU.

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

O ITU e o ITGU foram avaliados, ao longo das cinco semanas, tanto na área externa quanto dentro do Compost Barn, por meio de cartas de controle de valores individuais e amplitude móvel (I-MR). Ambas as cartas são formadas por uma linha central que representa a média geral dos dados, e por duas outras linhas, que representam os limites superior e inferior de controle (LSC e LIC), calculados com base no desvio padrão das variáveis (LSC = média mais três vezes o desvio padrão; LIC = média menos três vezes o desvio padrão, quando maior que zero) (Montgomery, 2009). Ainda foram adicionados nas cartas os limites de conforto térmico para bovinos.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

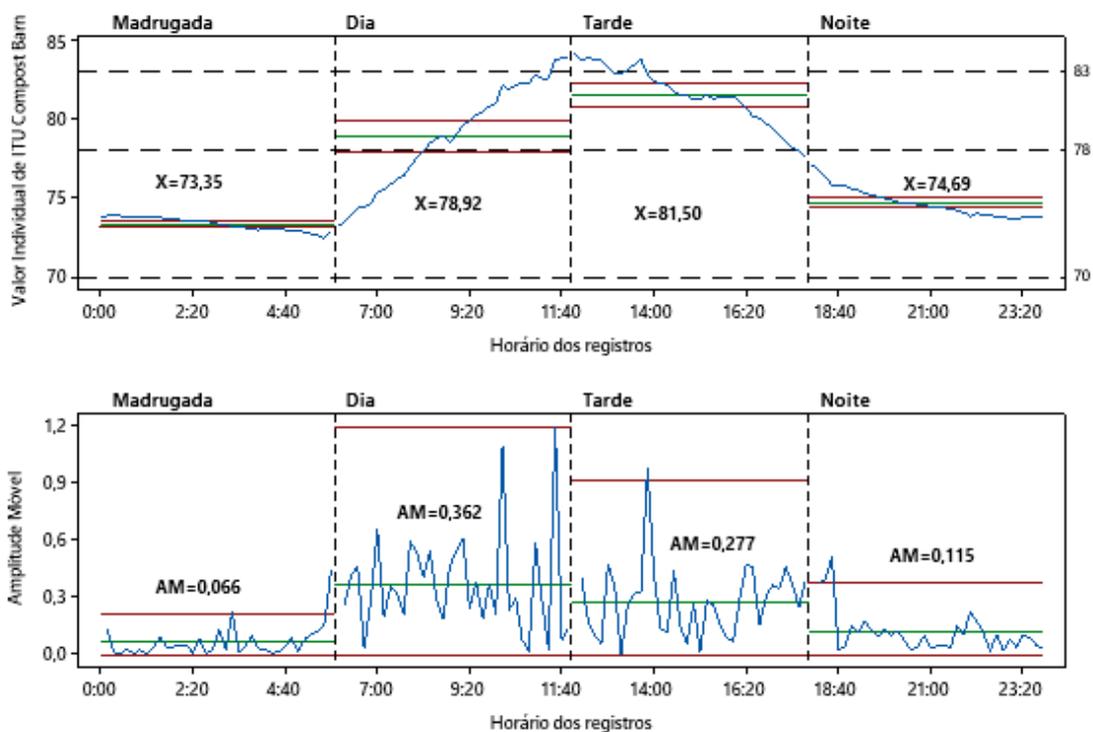
Os menores valores médios de temperatura do ar para o ambiente interno do Compost Barn (CB) foram observados nos períodos da madrugada (22,9 °C) e noite (23,7 °C) e os maiores valores médios para os períodos dia (26,2 °C) e tarde (27,6 °C), sendo ambos os valores classificados, na escala de risco para vacas leiteiras definida por Baêta & Souza. (1997), como “ausência de problemas”, uma vez que de 18 a 27 °C, o risco é definido como “ausência de problemas”; 28 a 32 °C, “cautela”; 33 a 38 °C, “cautela extrema”; e 39 a 44 °C, “perigo”. Já nos períodos denominados dia e tarde, os valores médios observados para temperatura do ar foram, respectivamente, 28,1 e 28,9 °C, evidenciando a classificação de “cautela” em relação ao ambiente sobre os animais.

Para o ambiente externo ao CB, os menores valores também foram observados nos períodos madrugada e noite, sendo eles, respectivamente, 23,3 e 24,3 °C, sendo ambos os valores classificados como “ausência de problemas”. Os maiores valores foram encontrados nos períodos dia e tarde, estando ambos classificados como “cautela”, já que as médias de temperatura do ar para esses períodos foram, respectivamente, 28,1 e 28,9 °C.

Os índices indicadores das condições microclimáticas foram calculados com o intuito de se avaliar a adequação do ambiente térmico à zona de conforto predefinida para as vacas leiteiras no ambiente interno e externo da instalação em modelo Compost Barn.

Os valores dos índices de conforto animal (ITU e ITGU) acompanharam os valores de temperatura do ar e apresentaram aumentos no período da tarde para os dois ambientes analisados.

Os resultados obtidos após o período experimental, segundo avaliação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o Compost Barn (CB) e para o ambiente externo ao CB estão apresentados nas Figuras 1 e 2. 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.



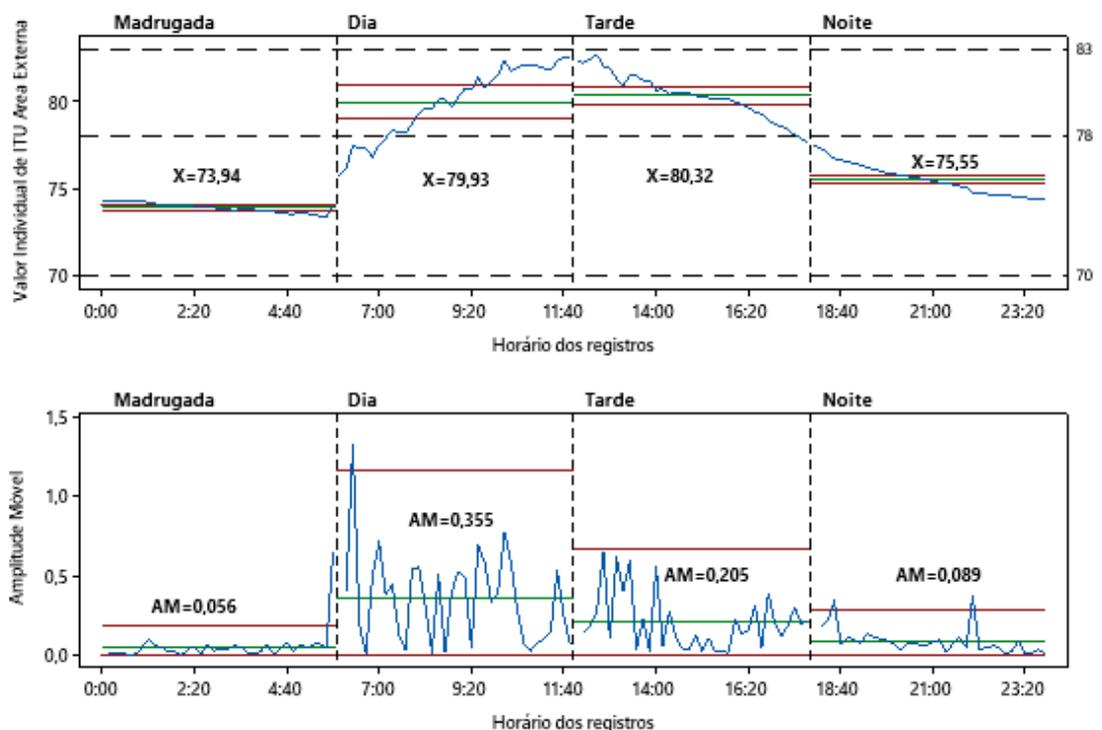
**3.1 Figura 1.** Índices de temperatura e umidade (ITU) para a área interna do Compost Barn (CB)

Durante as cinco semanas de coleta de dados, o ITU para o Compost Barn 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 70. As cartas de controle individual para os períodos da madrugada e a noite apresentaram médias de ITU igual 73,35 e 74,69, respectivamente, o que demonstra que os animais permaneceram nesses dois períodos, em sua totalidade, em situação de estresse ameno. Para os períodos do dia e da tarde, as médias de ITU observadas foram 78,92 e 81,50, ambos os valores colocando

as vacas em situação de estresse moderado, estando os valores mais altos compreendidos entre 11:00 e 14:00 horas, porém com valores médios ainda no intervalo de estresse ameno a moderado.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Mota et al. (2019), em estudo desenvolvido para localizar os pontos críticos dos índices de conforto animal do ambiente térmico no interior de galpões de confinamento para bovinos leiteiros no modelo Compost Barn, tendo encontrado valor médio de ITU, para o período da manhã, de 72,7. O ITU apresentou um conforto térmico para os animais, com um estresse considerado ameno, porém, no período da tarde, às 15:00 h, os valores de ITU aumentaram representando situação de alerta, porém com valores médios ainda no intervalo de estresse ameno, podendo, neste cenário, observar baixo rendimento na produção de leite.

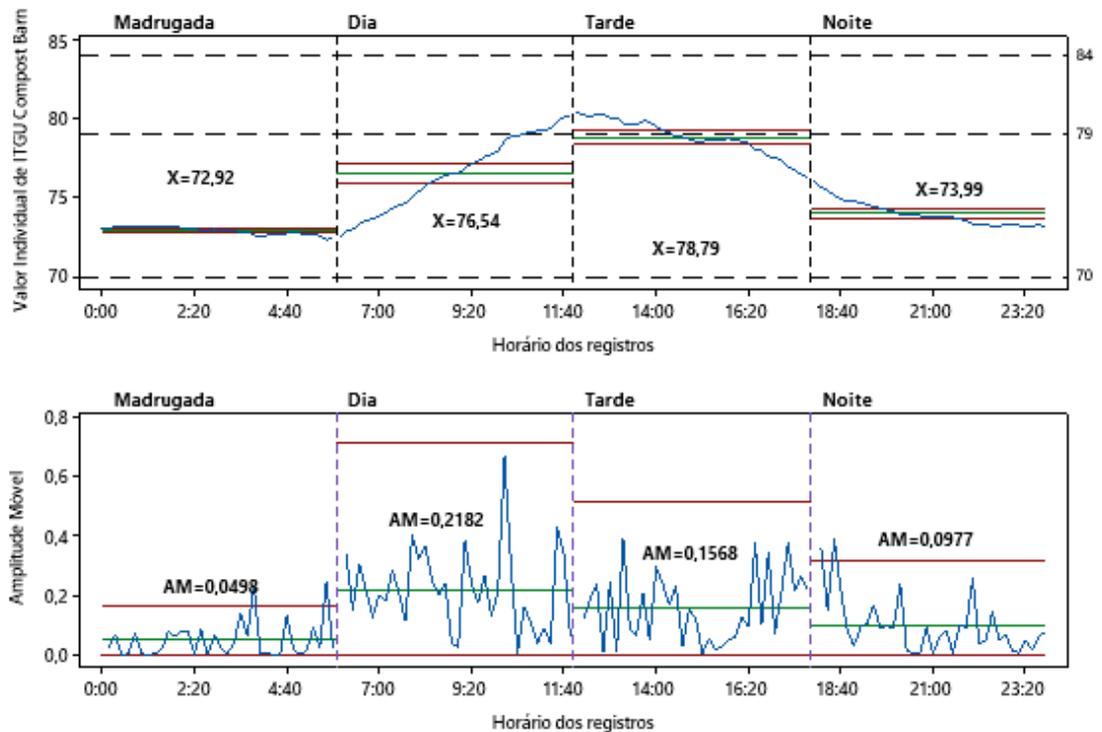
Para o ambiente externo ao CB, observou-se o mesmo comportamento dos dados anteriormente discutidos para o ambiente interno ao CB, uma vez as cartas de controle individual para os períodos da madrugada e a noite apresentaram médias de ITU igual 73,94 e 74,55, respectivamente, o que demonstra que os animais permaneceram nesses dois períodos, em sua totalidade, em situação de estresse ameno. Para os períodos do dia e da tarde, as médias de ITU observadas foram 79,93 e 80,32, ambos os valores colocando as vacas em situação estresse moderado.



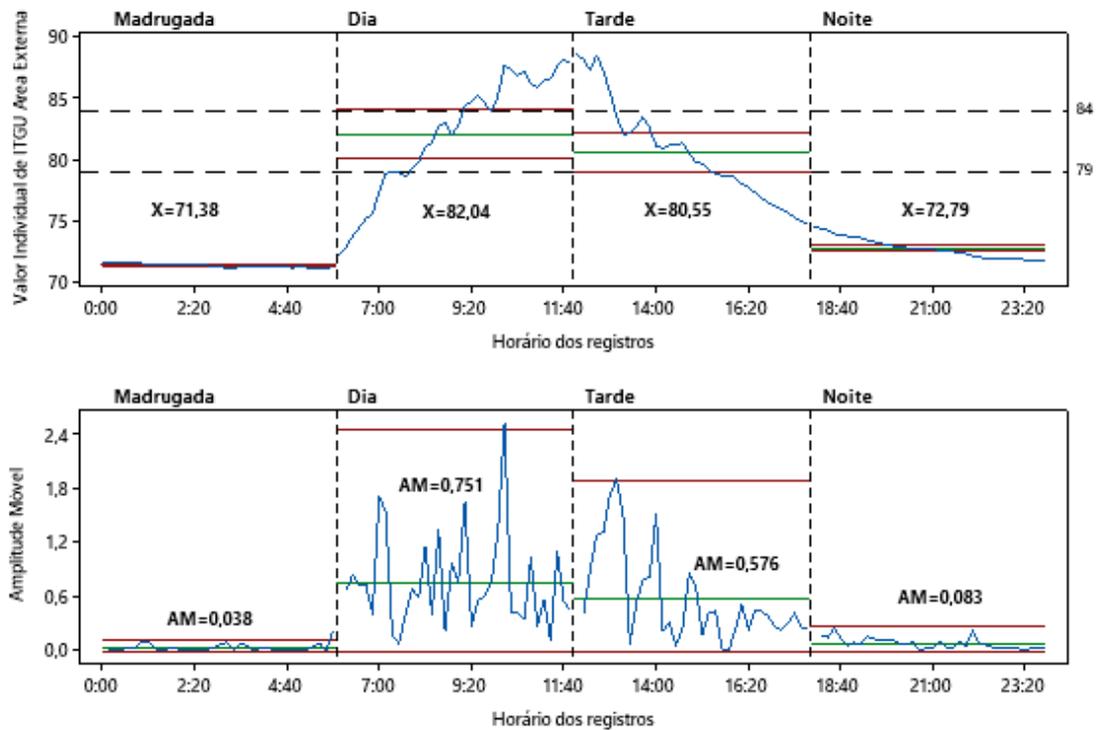
3.2 Figura 2. Índices de temperatura e umidade (ITU) para a área externa do CB

Mota et al. (2020), em estudo para avaliar o conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em instalações Compost Barn, observaram que no inverno o ITU apresentou, em média, um ambiente classificado como estresse ameno, no período diurno ( $ITU = 73,9$ ) e de estresse moderado para os animais, com ITU médio de  $80,7$ , com maior valor observado no período da tarde.

Os resultados obtidos para Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) para a área interna do Compost Barn (CB) e para o ambiente externo ao CB estão apresentados nas Figuras 3 e 4. Adotaram-se os valores de ITGU propostos por Baêta (1985), 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 encontram-se em situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.



**3.3 Figura 3.** Índices de temperatura e umidade de globo negro (ITGU) para área interna do Compost Barn (CB)



**3.4 Figura 4.** Índices de temperatura e umidade de globo negro (ITGU) para área externa do CB.

De acordo com os dados apresentados, constatou-se que durante o período da madrugada e da noite, os valores de ITGU se caracterizam como situação de conforto térmico aos animais em ambos os ambientes, interno e externo ao CB, com variação de 71,38 (interior do CB) a 73,99 (área externa ao CB). Durante os períodos da manhã e da tarde, as situações de conforto térmico para bovinos foram classificadas em condições de estresse térmico (leve), quando avaliado o ambiente interno do Compost Barn, com ITGU médio de 76,54 durante o período dia, e de 78,79 para o período tarde. Já no ambiente externo os valores para ITGU foram classificados em situação de perigo com variação de 82,04 durante o dia e de 80,55 durante a tarde, estando os valores mais altos compreendidos entre 11:30 e 13:30 horas, com valores passando do máximo estabelecido pela literatura ( $ITGU > 84$ ), evidenciando que os animais encontravam-se em situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.

Em situações como as observadas na presente pesquisa, faz-se necessária a intervenção humana, sendo esta por meio de instalações, sistemas de climatização (ventiladores, nebulizadores, entre outros) que promova um ambiente de conforto para os animais (ARAÚJO et al., 2016). Vale ressaltar que a instalação do Compost Barn do presente estudo é dotada de ventiladores para melhorar a climatização das vacas, porém não demonstrando eficiência nos horários mencionados.

Em regiões de clima classificado como Aw, idêntica ao da presente pesquisa, os resultados de máximo e mínimo do ITGU indicam que os animais encontram-se em situação de perigo podendo acarretar baixo rendimento, na produção de leite. Tal situação foi constatada por MOURA et al. (2010), em que observaram valores definidos como situação de perigo no período da manhã (9:00 horas) e no período da tarde (15:00 horas), durante os meses mais quentes do ano (estação do verão). Já no inverno, o valor médio e o valor de mínimo às 9:00 horas de ITGU ficaram abaixo do intervalo de alerta, mas o valor de máximo encontrou-se no intervalo de situação de perigo para os animais.

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 encontravam-se em situação de perigo podendo acarretar baixo rendimento, na produção de leite.

Ávila et al. (2013), em pesquisa desenvolvida para determinar os parâmetros fisiológicos de vacas da raça Holandês em lactação durante a estação de inverno e de primavera e correlacionar tais parâmetros com os índices bioclimáticos, constataram que ITGU apresentaram aumentos (72-80) durante as tardes de inverno, indicando situação entre conforto térmico e estresse térmico leve. Houve também uma pequena elevação desses índices na primavera em relação ao inverno, refletindo a alteração climática em função da mudança de estação, sendo que os valores para ITGU (81-84) sugerem que os animais encontram-se em situação de perigo, isto é, elevado estresse térmico.

Diante do exposto, pode-se perceber a importância de não avaliar somente apenas um índice. Levando em consideração pesquisa desenvolvida por Silva (2000), onde ele relata a falta de precisão em só avaliar o ITU para a ambiência de animais mantidos sob sombra ou expostos diretamente ao sol, fazendo-se necessário avaliar também o ITGU, já que este índice é considerado o mais adequado para avaliar o conforto térmico ambiente, nas condições em que os animais estão expostos, direta ou indiretamente, à radiação solar, muito relevante em regiões tropicais, uma vez que o ITGU combina os efeitos da radiação, velocidade do ar, temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido. O resultado obtido neste trabalho confirma tal informação citada.

Sendo assim, a utilização desses índices bioclimáticos na produção de vacas leiteira, em confinamento ou a pasto, permite uma avaliação mais precisa da situação ambiental, além de ser uma medida confiável, uma vez que permite a comparação de resultados zootécnicos obtidos com animais mantidos em diferentes regiões climáticas (FERREIRA, 2015).

#### **4 CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados obtidos para ITGU, apenas os períodos da madrugada e noite apresentaram condições ambientais ideais para criação de bovinos leiteiros, nos demais períodos da manhã e tarde os animais passam por estresse térmico de nível leve a situação de perigo. Com relação ao ITU os valores demonstraram-se insatisfatórios em relação aos da literatura.

Novos estudos são necessários para estimar os níveis críticos dos índices bioclimáticos para a região do Alto Sertão Sergipano, já que os índices avaliados apontaram para um ambiente com condições climáticas estressantes aos animais, na maioria do tempo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. I. M. et al. Efeitos das variáveis climáticas sobre características fisiológicas de vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação. *Revista Acadêmica: Ciência Animal*, v. 14, p. 185-193, 2016.

ÁVILA et al. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandês em diferentes estações. **REGET** - v. 14 n. 14, p. 2878-2884. 2013

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 ½, ¾ e 7/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2000-2008, 2005.

BAÊTA, F.C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 f. Thesis (Ph.D.) - University of Missouri, Columbia, 1985.

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

BARBERG, A.E., M.I. ENDRES, and K.A. JANNI. DAIRY compost barns in Minnesota: a descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, v.23, p.231-238. 2007.

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.

DERAL. Departamento de Economia Rural. Pecuária de leite – 15 de janeiro de 2020, Paraná, p. 1-7, 15 jan. 2020. Disponível em: [https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos\\_restritos/files/documento/2020-01/leite\\_2020\\_0.pdf](https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-01/leite_2020_0.pdf). Acesso em: 02 jun. 2021.

EMDAGRO. Empresa de desenvolvimento agropecuário de Sergipe. Município de Carira, 2013. Disponível em: <https://www.emdagro.se.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/Carira.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2021.

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: Editora Aprenda Fácil, 2005. 371p.

HAHN, G. L.; YOUSEF, M. K. Management and housing of farm animals in hot environment. In: *Stress physiology in livestock*. v.2, 1985. p. 151-174.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados – Brasil/ Pecuária, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/0?ano=2018>. Acesso em 02 jun. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados – Brasil/ SE/ Carira, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/carira/pesquisa/18/16459>. Acesso em 02 jun. 2021.

JANNI, K. A., M. I. ENDRES, J. K. RENEAU, and W. W. SCHOPER. Compost dairy barn layout and management recommendations. *Applied Engineering in Agriculture*, v.23, p.97–102, 2007.

JOHNSON, H. D.; RAGSDALE, A. C.; BERRY, I. L.; SHANKLIN, M. D. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Missouri: Agricultural Experimental Station Research Bulletin*. 791,1962.

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.

KLAAS, I.C.; BJERG, B.; FRIEDMANN, S.; BAR, D. Cultivated barns for dairy cows: An option to promote cattle welfare and environmental protection in Denmark? *Dansk Veterinærtidsskrift*, v.93, p.20–29, 2010.

LOBECK, K. M., M. I. ENDRES, E. M. SHANE, S. M. GODDEN, and J. FETROW. Animal welfare in cross-ventilated, compost-bedded pack, and naturally ventilated dairy barns in the upper Midwest. *Journal of Dairy Science*. v.94, p.5469–5479, 2011.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T. de; LEITE, D. F. Bed temperature in compost barns turned with rotary hoe and offset disc harrow. *Engenharia Agrícola*. Jaboticabal - SP, v. 39, n. 3, p. 280-287, 2019.

MOTA, V. C.; ANDRADE, E. T. de; LEITE, D. F. Sistema de confinamento *Compost Barn*: interações entre índices de conforto, características fisiológicas, escore de higiene e claudicação. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 23, n. 1, p. 1-9, 2020.

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.

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

PINHEIRO, A. DA C., SARAIVA, E. P., SARAIVA, C. A. S., FONSECA, V. DE F. C., ALMEIDA, M. E. V., SANTOS, S. G. G. C. DOS, AMORIM, M. L. C. M. DE, & RODRIGUES NETO, P. J. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. **Revista AGROTEC**, Paraíba, v. 36, n. 1, p. 280-293, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v36i1.22280>. Acesso em: 16 jun. 2021.

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.

SHANE, E. M., M. I. ENDRES, and K. A. JANNI. Alternative bedding materials for compost bedded pack barns in Minnesota: descriptive study. *Applied Engineering in Agriculture*, v.26, p.465–473, 2010.

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

SOUZA, S. R. L.; NAAS, I. A.; MARCHETO, F. G.; SALGADO, D. D. Análise das condições ambientais em sistemas de alojamento ‘freestall’ para bovinos de leite. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.2/3, p.299-303, 2004.