



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS CURSO
DE ZOOTECNIA

ERIKA BEATRIZ OLIVEIRA DE FRANÇA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO PROMOVIDO POR SOMBRA DE PLACAS
FOTOVOLTAICAS DURANTE O PERÍODO DO VERÃO

MOSSORÓ
2022

ERIKABEATRIZ OLIVEIRA DE FRANÇA

AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO PROMOVIDO POR SOMBRA DE PLACAS
FOTOVOLTAICAS DURANTE O PERÍODO DO VERÃO

Trabalho de conclusão de curso
apresentada a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia.

Linha de Pesquisa: Bioclimatologia

Orientador: Prof. Dr. Valdir Martins da
Fonsêca Filho

Co-orientador: Prof. Dr. Leonardo Lelis de
Macedo Costa

MOSSORÓ

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F814a França, Erika Beatriz Oliveira de .
Avaliação do conforto térmico promovido por
placas Erika Beatriz fotovoltaicas durante o período do verão
/riz Oliveira de França. - 2022.
35 f. : il. **Sector de Informação e Referência**

Orientadora: Valdir Martins da Fonseca Filho.
Coorientadora: Leonardo Lelis de Macedo Costa
. Monografia (graduação) - Universidade
Federal Rural do Semi-árido, Curso de Zootecnia,
2022.

1. bem-estar. 2. conforto térmico . 3. placas
fotovoltaicas. I. , Valdir Martins da Fonseca
Filho, orient. II. , Leonardo Lelis de Macedo
Costa, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados
fornecidos pelo(a) autor(a). Biblioteca Campus Mossoró / Sector de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERIKA BEATRIZ OLIVEIRA DE FRANÇA

**AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO PROMOVIDO POR SOMBRA DE PLACAS
FOTOVOLTAICAS DURANTE O PERÍODO DO VERÃO**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado a Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Zootecnia

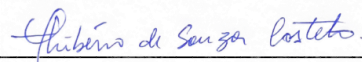
Linha de Pesquisa: Bioclimatologia

Defendida em: 20 /06 /2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Valdir Martins da Fonsêca Filho (UFERSA)
Presidente

Prof. Dr. Leonardo Lelis de Macedo Costa (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Thiberio Souza Castelo (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter concedido fechar mais um ciclo da minha vida

Agradeço a minha Mãe/Avó Glória por ter me apoiando nessa longa jornada e por ser a razão da minha vida.

Agradeço a cada Professor que nesse caminho contribuiu com seu conhecimento e sua dedicação em ensinar.

Agradeço meu Orientador Valdir por ter esse coração grandioso e além de um amigo, ser como um pai para mim. Sou grata demais por tudo que Valdir fez por mim!

Agradeço ao meu Coorientador Leonardo Lelis por ter se disponibilizado e também por ter sido superimportante para a construção desse trabalho.

Agradeço a Banca Examinadora por complementar neste momento de término com seus conhecimentos científicos.

Agradeço aos meus Amigos Alisson, Janderson, André, Nayane por ter ajudado nesse processo de desfecho, através de apoio ou até mesmo dicas.

Agradeço também a Alex Maia por ter sido a base desse trabalho e sem ele esse trabalho não teria acontecido.

“É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades”.

Gartner Group

RESUMO

Oferecer bem-estar aos animais tentando proporcionar aos mesmos um conforto térmico, com ajuda de placas fotovoltaicas, é algo inovador, ampliando as possibilidades à disposição dos meios de produção. O estudo teve como finalidade avaliar a grau de conforto térmico promovido pelo sombreamento da placa fotovoltaicas no período do verão. O experimento foi realizado no Laboratório de Biometeorologia Animal da Universidade Estadual Paulista, no município de Jaboticabal, no período de dezembro a março, no ano de 2021. Durante todos os dias de experimento foram coletados dados de temperatura do ar (t_A , °C), umidade relativa do ar e a temperatura de globo negro (t_G , °C). Esses dados foram coletados em 6 momentos durante o dia (0, 4, 8, 12, 16 e 20 horas). Foram comparados os ambientes Sol e sombra das placas quanto ao ITGU, nas horas 0, 4 e 20 não foram observadas diferenças estatísticas, porém às 8, 12 e 16 h foram observadas diferenças estatísticas ($P < 0,05$), onde os valores ao sol foram maiores que os valores à sombra demonstrando a eficiência da utilização de sombra utilizando placas fotovoltaicas como anteparo para a radiação solar direta. Portanto, os animais que foram submetidos à sombra, através de placas fotovoltaicas, tiveram uma redução no ITGU significativo nos horários das 8h, 12h, 16h, fazendo com que as placas sejam uma ótima alternativa de sombreamento artificial para reduzir o estresse em bovinos.

Palavras-chave: bem-estar, conforto térmico, placas fotovoltaicas

ABSTRACT

Offering welfare to animals trying to provide them with thermal comfort, with the help of photovoltaic plates, is something innovative, expanding the possibilities available to the means of production. This study aims to evaluate the degree of thermal comfort promoted by photovoltaic plate shading during the Summer. The experience was carried out at the Animal Biometeorology Laboratory of the Universidade Estadual Paulista, in the city of Jaboticabal, from December to March, in 2021. During all days of experience it has been collected data related to air temperature (t_A , °C), relative air humidity and the black globe temperature (t_G , °C). Such data were collected in six different parts of the day (0, 4, 8, 12, 16 and 20 hours). It was made a comparison between sunny and plate shading environment as for the ITGU, at 0, 4 and 20 and statistics differences were not observed ($P < 0,05$), so that the values under the sun were higher than those at shadow, showing the efficiency of the usage of photovoltaic plate shading as shield for direct solar radiation. Therefore, animals which were subject to shadow, through photovoltaic plates, had a significant reduction in ITGU at 8h, 12h, 16h, what makes the plates an excellent alternative of artificial shading to reduce the stress in bovines.

Keywords: welfare, thermal comfort, photovoltaic plates.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Informa através de cores os pontos de conforto, alerta, sinal de perigo e emergência.....	27
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Classificação de estresse térmico segundo ITGU.....	23
Tabela 2	– Valores mínimos, máximos, média e erro padrão da média das variáveis ambientais temperatura do ar (t_A), umidade relativa (UR), temperaturas do globo à sombra (T_G sombra) ao sol e à sombra das placas fotovoltaicas, ITGU sol e sombra.	25
Tabela 3	– Horas analisadas com base no ITGU à sombra e ITGU ao sol	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EPE	Empresa de pesquisa e energia
FIELP	Federação das Indústrias do Estado do Paraná
ITGU	Índice de Globo Negro e umidade
tA	Temperatura do Ar
T _G	Temperatura do Globo
UR	Umidade relativa

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Grau Celsius

SUMÁRIO

Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2.1 Bem Estar	15
2.2 Conforto Térmico.....	16
2.2.1 Índice de Globo Negro e Umidade (ITGU)	16
2.2.2 Placas Fotovoltaicas.....	17
3. OBJETIVOS.....	21
3.1 Objetivos Gerais.....	21
3.2 Objetivos Específicos	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS	22
4.1 Dados meteorológicos	22
4.2 Índice de Globo Negro e Humidade	23
4.3 Analise Estatística	24
5. RESULTADOS E DISCURSÃO.....	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7. REFERENCIAL.....	28

1 INTRODUÇÃO

Quando paramos para pensar em bem-estar animal existem diversas indagações, segundo Boom, (1986) “o bem-estar de um indivíduo reflete seu estado em relação às suas tentativas de adaptação ao seu ambiente criatório”. Além disso, de acordo com Paranhos Costa et.al, (2002), o mundo globalizado trouxe grande aumento das exigências do mercado por um produto final com mais qualidade, assim sendo, o bem-estar animal tornou-se a ferramenta que interliga a qualidade de vida do animal à qualidade da sua carne. Sabendo disso, Hurnik, (1992), afirma que conforto físico implica em animal saudável e bom estado corporal. Desse modo, Hocquette et al., (2012) deixa claro que o tema bem-estar animal estabelece uma interface com as mais diversas etapas da produção animal, destacando-se a influência do ambiente, das instalações, do manejo do nascimento ao abate, dos cuidados de saúde, da oferta de alimento e água e do transporte.

Outro elemento interessante que fomenta esse debate é o conforto térmico, de acordo com Silva, (2000), o estresse por condução de calor se constitui em fator determinante para perdas econômicas na pecuária, sendo prejudicial à produção de leite, carne, fisiologia da produção, reprodução, saúde e determinante na mortalidade de bezerros. Além disso, Tucker et al., (2015) afirma que países tropicais o estresse térmico surge como empecilho nos meios de produção pecuária, fazendo com que os animais não expressem totalmente suas características produtivas e reprodutivas. Sendo assim, Maia, (2000) aborda o fato de que, oferecer sombreamento aos seus animais, o produtor propicia aos mesmos para a redução do estresse térmico, enquanto lhes oferece bem-estar aos animais, porém os custos da utilização do sombreamento artificial ainda se apresentam como principal entrave para a sua plena adoção. Desse modo, Titto, (2006), destaca que o sombreamento (natural ou artificial) passa a ser, portanto, a melhor forma de evitar a incidência direta da radiação melhorando o retorno econômico ao produtor.

Além disso, Fielp, (2018), deixa claro que a placa solar (também chamada de módulo ou painel fotovoltaico) é o equipamento fundamental na produção de energia elétrica fotovoltaica que tem como finalidade baratear custos, além de fornecer uma energia limpa, assim as placas fotovoltaicas são uma solução para geração de energia limpa e renovável. Nesse sentido, Hinrich et al., (2015); EPE, (2018) aborda que os painéis fotovoltaicos funcionam para o bem-estar animal no que tange a produção de energia, sombreamento e proteção. Desse modo, objetivo do estudo será a avaliação do sombreamento promovido por painéis fotovoltaicos para o conforto térmico de bovinos em confinamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bem Estar

O bem-estar animal é um tema considerado complexo e multifacetado, que envolve dimensões científicas, éticas, econômicas, culturais, sociais, religiosas e políticas (OIE, 2015). Complementando, este tema envolve diversas áreas do conhecimento, tais como etologia, fisiologia, psicologia, reprodução, saúde, dentre outras (Veissier e Miele, 2014), assim deixando nítido que é uma ciência multidisciplinar. Então para se oferecer bem-estar, primeiramente precisa-se conhecer a biologia do animal, desse modo ficará notável qualquer tipo de estereotipias acometidas a esse animal. Além disso, avaliar o bem-estar animal de maneira integrativa é utilizando o modelo dos cinco domínios, que são de suma importância para se compreender de forma interligada como oferecer o bem-estar para os animais. Os domínios são: “Nutrição” (Domínio 1), “Ambiente” (Domínio 2), “Saúde” (Domínio 3), “Comportamento” (Domínio 4) e “Estados Mentais” (Domínio 5), (Mellor & Beausoleil, 2015; Mellor, 2017).

Quando se aborda sobre bem-estar nos meios de produção, deixa claro que nos últimos anos o conceito bem-estar animal começou a ser implantado no cenário da produção animal, principalmente com a definição de protocolos de boas práticas de manejo (Paranhos da Costa, 2000). Seguindo esse contexto é importante ressaltar que as informações sobre as condições em que os animais de produção são mantidos percorrem toda a cadeia produtiva e se tornam atributos do produto final (Molento, 2005), assim como a finalidade da produção é oferecer qualidade a um produto final, é importante salientar que o bem-estar sempre estará aliado quando se pensar nessa cadeia produtiva, assim além de se pensar que a produtividade de carne é uma atividade que vem crescendo continuamente no mundo todo, e o mercado consumidor gradativamente vem adotando o bem estar animal, para garantir que os alimentos cheguem com qualidade na mesa do consumidor (Silva & Borges, 2015).

Além disso, bem-estar animal passou a ser considerado um dos critérios de sustentabilidade nos sistemas de produção (Mcglone, 2001), no entanto um sistema que tem como resultado problemas de bem-estar pode se tornar insustentável pelo fato de não ser aceito por muitas pessoas (Broom, 2010). Hoje em dia, a qualidade dos produtos de origem animal é também julgada em relação à ética na sua produção, incluindo os impactos causados ao meio ambiente e ao bem-estar dos animais (Broom, 2010). Desse modo, os meios de produção precisam criar um elo com o bem-estar animal para conseguir entregar um produto de qualidade, além de atender a demanda de consumidores conscientes de suas escolhas.

2.2 Conforto Térmico

Quando paramos para pensar em conforto térmico é importante também abordemos as consequências acerca da sua ausência. Assim o estresse por condução de calor se constitui fator determinante para perdas econômicas na pecuária, sendo prejudicial à produção de leite, carne, fisiologia da produção, reprodução, saúde e determinante na mortalidade de bezerros (Silva, 2000). Além disso, em países tropicais o estresse térmico surge como empecilho nos meios de produção pecuária, fazendo com que os animais não expressem totalmente suas características produtivas e reprodutivas (Tucker et al., 2015). É importante ressaltar também, para cada espécie animal, existe uma faixa de condição ambiental denominada zona de conforto térmico, na qual o animal apresenta os melhores resultados com o menor gasto energético e mínimo esforço dos mecanismos termorregulatórios, possibilitando melhor conversão alimentar, rápido crescimento corporal e menor mortalidade, podendo variar em função da sua constituição genética, idade, sexo, peso, dieta e aclimação (Tinoco, 1998).

Além disso, no meio acadêmico há um crescente estudo sobre sombreamento destinados a bovinos, nesse sentido, a principal vantagem da utilização de sombreamento é a diminuição da radiação solar sobre esses animais. (Navarini et. al., 2009; Biller; Takahashi, 2009). Assim deixa claro que os animais que possuem área sombreamento em seu ambiente de criação, apresentam melhor desenvolvimento quando comparados a animais que são criados completamente ao sol, pois sofrem menos com variação de temperatura e com a radiação solar (Arantes et. al., 2013). Desse modo, animais em sistema confinado precisa de algum modo utilizar de sombreamento artificial, assim as alternativas presentes são de suma importância para alavancar no estudo da melhoria no meio de produção, desse modo quando os animais ficam expostos ao sol diretamente, a construção de abrigos artificiais pode trazer bons resultados aos bovinos, de forma definitiva ou provisória, até que ocorra o plantio e o crescimento de árvores que possam oferecer bom sombreamento a esses animais (Barion et al., 2012).

2.2.1 Índice de Globo Negro e Umidade (ITGU)

O índice de globo negro e umidade (ITGU) tem como finalidade de avaliar o grau de estresse acometido aos animais de produção, sendo assim Baeta & Souza (1997) consideram que, para bovinos, as melhores condições climáticas seriam de temperatura entre 10 e 27 °C, umidade relativa do ar de 60 a 70% e velocidade dos ventos de 5 a 8 km h⁻¹. Além disso, para Baêta e Souza (2010) os animais encontravam-se em situação de conforto térmico (ITGU

< 74), em estresse térmico leve ($74 \leq \text{ITGU} < 79$), em estresse térmico perigoso ($79 \leq \text{ITGU} < 84$) e estresse térmico em emergência ($\text{ITGU} \geq 84$). Assim o ITGU quando calculado tem com finalidade quantificar a zona de conforto ou de estresse que esses animais estão acometidos. Desse modo, para fomentar o conhecimento sobre o excesso de calor presente, deve-se ter como base além da à análise da temperatura, também incluir a umidade do ar, a velocidade do vento, a radiação solar e fatores individuais – como a pele dos animais, o seu metabolismo.

2.2.2 Placas Fotovoltaicas

Quando se faz uma abordagem sobre placas fotovoltaicas é importante destacar que as energias renováveis vieram com o intuito de revolucionar no quesito contribuir com menos impactos para o meio ambiente, ser uma fonte de energia mais barata e limpa, desse modo através dos novos avanços placas fotovoltaicas de silício tem como finalidade captar luz solar e converter em energia elétrica (Diamante, 2021). Além disso, a placa solar (também chamada de módulo ou painel fotovoltaico) é o equipamento fundamental na produção de energia elétrica fotovoltaica que tem como finalidade baratear custos, além de fornecer uma energia limpa, assim as placas fotovoltaicas são uma solução para geração de energia limpa e renovável (FIEP, 2018). Nesse sentido os painéis fotovoltaicos funcionam para o bem-estar animal no que tange a produção de energia, sombreamento e proteção (Hinrich et al., 2015; EPE, 2018). Desse modo, as placas fotovoltaicas são vistas como forma alternativa para sombreamento para bovinos confinados ou a pasto, assim sendo um meio de oferecer bem estar aos animais de produção.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

- Avaliar a grau de conforto térmico promovido pelo sombreamento da placa fotovoltaica no período do verão.

3.2 Objetivo específico

- Aferir a grau de conforto térmico promovido pela placa durante diferentes horas do dia.
- Determinar se há horário crítico para utilização da sombra de placas fotovoltaicas para utilização de bovinos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Biometeorologia Animal da Universidade Estadual Paulista, no município de Jaboticabal, localizada a 21°15'0 de latitude Sul, 48°19' W, entre os meses de dezembro e março de 2021, compreendendo o período do verão. Os dados foram processados no laboratório de Biometeorologia, Bem-Estar Animal e Biofísica Ambiental (LABBEA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Mossoró – RN. Foi utilizada estrutura contendo 10 painéis fotovoltaicos (1,0 m 2,0 m; 335 Wp, eficiência de pico de 16,72%, modelo solar canadense CS6Ue335P, Guelph, ON; instalado pela Blue Sol, Blue Sol Energia Solar, Ribeirão Preto, SP), que possuía altura equivalente a 3,0 m, com ângulo de inclinação de 15°, largura de 4,0 m e comprimento de 5,0 m, com área correspondente a 20 m², que fornecia sombra para bovinos.

4.1 DADOS METEOROLÓGICOS

Durante todos os dias de experimento foram coletados dados de temperatura do ar (t_A , °C), umidade relativa do ar, obtidos através de uma estação meteorológica portátil Campbell scientific e a temperatura de globo negro (t_G , °C) através de um globo de 15cm de diâmetro, confeccionado com cobre e chapa de 2 mm. Esses dados foram coletados em 6 momentos durante o dia (0, 4, 8, 12, 16 e 20 horas). A latitude, a longitude e a altitude do local foram registradas com auxílio de um GPS.

Dessa forma foram calculados a pressão de saturação, pressão parcial de vapor e temperatura de ponto de orvalho de acordo com as seguintes fórmulas:

Pressão de saturação de vapor:

$$P_{S\{t_A\}} = 0,61078 \cdot 10^{\left(\frac{7,5 \cdot t_A}{(t_A + 237,5)}\right)} \text{ KPa}$$

Onde t_A é a temperatura do ar

Com os dados de pressão de saturação e umidade relativa foi calculado a pressão parcial de vapor:

$$UR = \frac{P_v \times 100}{P_{S\{t_A\}}} \% \quad P_v = \frac{P_{S\{t_A\}} \times UR}{100} \%$$

Esses dados foram coletados em dois ambientes, ao sol (grupo 1) e à sombra de placas fotovoltaicas (grupo 2).

4.2 ÍNDICE DE GLOBO NEGRO E UMIDADE (ITGU)

O ITGU pode ser calculado pela equação:

$$\text{ITGU} = T_g + 0,36T_{po} + 41,5$$

em que:

- ITGU= Índice de temperatura de globo e umidade
- T_g = Temperatura de globo negro
- T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho.

Para relacionar os valores de ITGU com a sensação de conforto do animal, utilizamos a seguinte relação, que foi definida em 2010 por Baeta e Souza .

Tabela 1: Classificação de estresse térmico segundo ITGU.

Condição	ITGU
Conforto Térmico	< 74
Estresse Térmico (leve)	$74 \geq \text{ITGU} < 79$
Estresse Térmico (Perigo)	$79 \geq \text{ITGU} < 84$
Estresse Térmico (emergência)	≥ 84

Baeta e Souza, (2010)

4.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados meteorológicos e os índices de especificação do ambiente foram dispostos na forma de média e desvio padrão, foi realizado ANOVA e para fins de comparação foi realizado um teste Tukey. Foram comparados os ambientes Sol e sombra das placas quanto ao ITGU, nas horas 0, 4 e 20, sendo considerado diferença estatística quando $P < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCURSÕES

Durante o período experimental, que foi submetido no verão, foram analisados variáveis como temperatura do ar (t_A), umidade relativa (UR), temperatura do globo (T_G) e Índice do globo negro e umidade (ITGU) exposto ao sol ou através da sombra de placas fotovoltaicas. E de acordo com essas variáveis, na tabela 2, obteve-se através da média, desvio padrão, mínimo e máximo, que animais expostos ao sol são acometidos a um maior grau de desconforto, fazendo com que acarrete para estresse. No entanto, assim como avaliou Titto (2006) que analisou o efeito do ITGU sob sombra natural, sombra artificial e sem disponibilidade de sombra sobre o comportamento de touros a pasto. Desse modo obteve que os animais à sombra apresentaram valores significativos para um menor grau de estresse, ocasionando assim um conforto em comparação aos animais expostos ao sol.

Tabela 2: Valores mínimos, máximos, média e erro padrão da média das variáveis ambientais temperatura do ar (t_A), umidade relativa (UR), temperaturas do globo à sombra (T_G sombra) ao sol e à sombra das placas fotovoltaicas, ITGU sol e sombra.

Variáveis ambientais	Média	Erro Padrão	Mínima	Máxima
tA sol (°C)	26,83	4,37	17,21	36,61
UR sol (%)	70,87	18,53	22,37	96,01
T_G sol (°C)	29,80	8,37	15,83	48,58
ITGU sol	78,63	8,26	62,57	97,00
tA sombra (°C)	26,47	3,76	18,18	34,89
UR sombra (%)	76,55	15,51	35,98	97,59
T_G. Sombra (°C)	27,38	4,62	17,43	38,00
ITGU sombra	76,65	4,75	64,73	87,73

De acordo com a tabela 4, o ITGU sombra e ITGU sol, não apresentou diferença estatística nos horários de 0h, 4h e 20h. Porém às 8, 12 e 16 h foram observadas diferenças estatísticas ($P < 0,05$), onde os valores ao sol foram maiores que os valores à sombra

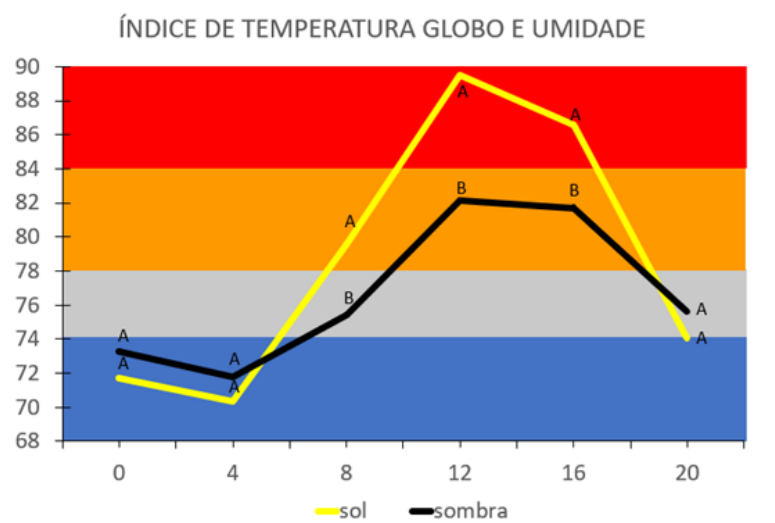
demonstrando a eficiência da utilização de sombra utilizando placas fotovoltaicas como anteparo para a radiação solar direta (Tabela 4).

Foram analisados através das horas 0h, 4h, 8h, 12h, 16h, 20h, que o grau de ITGU aumenta em animais expostos ao sol, assim o horário mais significativo para haver essa diferenciação é às 8h, 12h, e 16h onde ofereceu um maior nível de estresse para os animais. Sendo assim os valores de ITGU maiores que 79, exposto ao sol ou à sombra, de acordo com Baeta e Souza, (2010) caracterizam em estresse térmico (Grafico1).

Tabela 3: Horas analisadas com base no ITGU à sombra e ITGU ao sol.

Hora	ITGU sombra	ITGU sol
0h	69,28 ^a	68,30 ^a
4h	70,48 ^a	69,46 ^a
8h	74,11 ^a	76,70 ^b
12h	77,64 ^a	82,20 ^b
16h	80,53 ^a	88,97 ^b
20h	72,90 ^a	71,70 ^a

Gráfico 1: Informa através de cores os pontos de conforto, alerta, sinal de perigo e emergência.



A cor em azul informa conforto; Cor em cinza informa sinal de alerta; A cor em laranja alerta sinal de perigo; O vermelho de emergência

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desse modo, podemos concluir que, os animais que foram submetidos à sombra, através de placas fotovoltaicas, tiveram uma redução no ITGU significativo nos horários das 8h, 12h, 16h, fazendo com que as placas sejam uma ótima alternativa de sombreamento artificial para reduzir o estresse em bovinos.

7 REFERÊNCIAS

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal, London, v.142, p.524-526, 1986.

Broom, D.M. 2010. Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. Journal of Veterinary Medical Education 37: 83-88.

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: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 246 p.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2ed. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 246p.

BARION, M. L. et al. A importância e os tipos das sombras utilizadas para bovinos a pasto. Anais Eletrônico. VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica ISBN 978-85-8084-413-9. 2012

CÓDIGO SANITÁRIO DE ANIMAIS TERRESTRES - OIE. Bem-estar animal e sistemas de produção de gado de corte. 2014.
<http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_beef_catthe.htm> Acesso em: 31 mai. 2015.

DIAMANTE, André Luiz. Estudo sobre a implementação de placas fotovoltaicas. 2021.

EPE (Brasil). Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional: Relatório final. 2018. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/balancoenergetico-nacional-2018>. Acesso em: 07.12.2021

FIEP, Federação das Indústrias do Estado do Paraná, Como está e até onde pode ir a energia limpa no Brasil, 2018.

HURNIK, J. Behaviour, farm animal and the environment. CAB International, Cambridge. 1992. IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal, 2010. Disponível em: . Acesso em: 18 de outubro de 2019.

Hinrich, R.A., Kleinbach, M., dos Reis, L.B., 2015. Energia e Meio Ambiente, second ed. Cengage Learning, Sao Paulo

HOCQUETTE, J. -F., BOTREAU, R., PICARD, B., JACQUET, A., PETHICK, D. W., & SCOLLAN, N. D. (2012). Opportunities for predicting and manipulating beef quality. Meat Science, 92(3), 197–209.

MELLOR, D.J. & Beausoleil, N.J. Extending the ‘Five Domains’ model for animal welfare assessment to incorporate positive welfare states. Animal Welfare 24: 241– 253. 2015.

Disponível em: <
https://www.researchgate.net/profile/NgaioBeausoleil/publication/280631950_Extending_the_%27Five_Domains%27_model_for_animal_welfare_assessment_to_incorporate_positive_welfare_states/links/5b0641d1aca2725783d8a31c/Extending-the-Five-Domains-model-for-animal-welfare-assessmenttoincorporate-positive-welfare-states.pdf>.

MELLOR, D.J. Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare. Animals 7(8): 60. 2017. Disponível em: <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5575572/pdf/animals-07-00060.pdf> >. Acesso em: 10 jan 2021.

McGlone, J. J. (2001). Farm animal welfare in the context of other society issues: toward sustainable systems. Livestock Production Science, 72, 75-81.

MOLENTO, Carla Forte Maiolino. Bem-estar e produção animal: Aspectos econômicosRevisão. Archives of Veterinary Science, v. 10, n. 1, 2005.

NAVARINI, F.C. et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. Engenharia Agrícola, v.29, n.4, Jaboticabal, p.508-517, 2009.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Ambiência na produção de bovinos de corte a pasto. Anais... Etologia, 18: 26-42. (2000).

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; COSTA E SILVA, E .V.; CHIQUITELLI NETO, M.; ROSA, M. S. Contribuição dos estudos de comportamento de bovinos para implementação de programas de qualidade de carne. In: ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA, 20., 2002, Natal. Anais....Natal: Sociedade Brasileira de Etologia, 2002. p. 71- 89.

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

SILVA, A. A. da.; BORGES, L. F. K. Considerações sobre o bem estar animal na produção de bovinos – revisão bibliográfica. Ciência e Tecnologia, v. 1, n. 1, p. 1-8. 2015.

TITTO, Cristiane Gonçalves. Comportamento de touros da raça Simental à pasto com recurso de sombra e tolerância ao calor. Dissertação. Universidade de São Paulo, 2006.

TINÔCO, I. F. F., Ambiência e instalações para avicultura industrial. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (27.: Poços de Caldas, MG). Terceiro Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de construções Rurais. Editado por Victor Hugo Teixeira, Lucia Ferreira. Lavras: UFLA/SBEA, 1998

Tucker, C.B., Coetzee, J.F., Stookey, J.M., Thomson, D.U., Grandin, T., SchwartzkopfGenswein, K.S., 2015. Beef cattle welfare in the USA: identification of priorities for future research. Anim. Health Res. Rev. 16, 107e124. <https://doi.org/10.1017/S1466252315000171>.

Veissier I, Miele M. Animal welfare: towards transdisciplinarity - The European experience. Anim Prod Sci. 2014;54(9):1119-29.