



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

ALEXANDRE DE MEDEIROS WANDERLEY FILHO

**TERMÓLISE EVAPORATIVA COMO FATOR DE HOMEOTERMIA DE
BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ EM AMBIENTE DE CLIMA SEMIÁRIO**

MOSSORÓ/RN

2023

ALEXANDRE DE MEDEIROS WANDERLEY FILHO

**TERMÓLISE EVAPORATIVA COMO FATOR DE HOMEOTERMIA DE
BOVINOS DA RAÇA GUZERÁ EM AMBIENTE DE CLIMA SEMIÁRIDO**

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

Orientador: Leonardo Lelis de Macedo
Costa.

APROVADO EM 05 / 10 / 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Leonardo Lelis de Macedo Costa
Presidente

Thiberio de Souza Castelo
Primeiro Membro

Maiko Roberto Tavares Dantas
Segundo Membro

Mossoró/RN
2023

© Todos os direitos estão reservados a 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 tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

FF481 Filho, Alexandre de Medeiros Wanderley.
t Termólise evaporativa como fator de homeotermia
de bovinos da raça guzerá em ambiente de clima
semiárido / Alexandre de Medeiros Wanderley
Filho. - 2023.
24 f. : il.

Orientador: LEONARDO LELIS DE MACEDO COSTA .
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Zootecnia, 2023.

1. Semiárido. 2. Adaptação. 3. Guzerá. 4.
Variáveis ambientais. 5. Variáveis fisiológicas.
I. LELIS DE MACEDO COSTA , LEONARDO, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor 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.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, por todas as bençãos em minha vida.

À minha família por todo o apoio e toda a ajuda ao longo da minha vida.

Ao meu professor e orientador Leonardo Lelis por toda ajuda que me deu para a realização desse projeto.

A todo o pessoal do laboratório ThermoBio, principalmente Thayna, Samuel, Jorge e Poliana que me ajudaram na coleta dos dados.

A Thiberio de Souza e Maiko Roberto por toda ajuda e pela disponibilidade de serem membros da banca examinadora.

A Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, e todos os professores que eu tive durante toda essa caminhada.

E todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente durante toda a minha formação.

RESUMO

Objetivou-se analisar as respostas fisiológicas de vacas da raça Guzera expostas a altas temperaturas e a radiação solar durante todo o dia, assim como analisar sua capacidade de adaptação na região semiárida. Para isso, foram analisadas 12 vacas que estavam em lactação durante o dia, entre 07 e 17 horas. Foram coletados a cada duas horas, dados de variáveis fisiológicas, como: temperatura retal, frequência respiratória, temperatura de superfície corporal e perda de calor por evaporação cutânea, já as variáveis ambientais analisadas foram: temperatura do ar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura do globo negro no sol e na sombra. Com isso foi possível notar que mesmo os animais estando o dia inteiro expostos a radiação solar, não tiveram alterações fisiológicas que causasse algum estresse térmico, de acordo com as análises de variáveis fisiológicas todos estavam em boas condições. Observou-se também que as variáveis ambientais, temperatura do ar, temperatura do globo e ITGU apresentaram correlação positiva com as variáveis fisiológicas e a umidade relativa correlação negativa, todas de maneira significativa. É possível notar de acordo com todas as análises de dados que a frequência respiratória de vacas da raça guzerá se mantém estável ao longo do dia na região semiárida e que quando a temperatura do ar aumenta, ocorre resposta direta na perda de calor por evaporação cutânea, sendo essa a via principal no controle da temperatura corporal.

Palavras chave: Semiárido. Adaptação. Guzera. Variáveis ambientais. Variáveis fisiológicas.

ABSTRACT

The objective was to analyze the physiological responses of Kankrej cows exposed to high temperatures and solar radiation throughout the day, as well as to analyze their ability to adapt in the semi-arid region. For this, 12 cows that were lactating during the day, between 7 am and 5 pm, were analyzed. Data on physiological variables were collected, such as: rectal temperature, respiratory rate, body surface temperature and heat from skin evaporation, while data on environmental variables were: air temperature, wind speed, relative air humidity and globe temperature. black in sun and shadow. With this it was possible to notice that even though the animals were exposed to solar radiation all day, they did not have physiological changes that would cause any thermal stress, according to the analysis of physiological variables, they were all in good condition. It was also observed that the environmental variables, air temperature, globe temperature and ITGU showed a positive correlation with the physiological variables and relative humidity had a negative correlation, all significantly. It is possible to note, according to all data analyses, that the respiratory frequency of Kankrej cows remains stable throughout the day in the semi-arid region and that when the air temperature increases, there is a direct response to heat loss through skin evaporation, This is the main way to control body temperature.

Keywords: Semi-arid. Adaptation. Kankrej. Environmental variables. Physiological variables.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: variação da temperatura do ar e umidade relativa em função da hora de coleta.....	17
Figura 2: Gráfico da variação da Temperatura Retal e da Frequência Respiratória em função da Temperatura do Ar	18
Figura 3: Gráfico da variação da temperatura retal em função da hora do dia.	19
Figura 4: Gráfico da perda de calor por evaporação cutânea e respiratória em função da temperatura retal.....	20
Figura 5: Gráfico da perda de calor por evaporação cutânea e respiratória em função da temperatura do ar.....	20

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. CLIMA SEMIÁRIDO.....	10
2.2. RELAÇÃO ANIMAL X AMBIENTE.....	10
2.3. RAÇA GUZERÁ	11
2.4. PERDA DE CALOR POR EVAPORAÇÃO	12
3 OBJETIVOS.....	13
3.1 Objetivo Geral.....	13
3.2 Objetivos Específicos	13
4 METODOLOGIA.....	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
6 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

No semiárido nordestino os animais são submetidos a elevadas temperaturas durante todo o ano. Nessa conjuntura, a produtividade dos animais está correlacionada com a sua capacidade de adaptação às condições climáticas onde estão inseridos, uma vez que reduz o estresse térmico provocado pelo calor. (SHIOTA, 2013)

Silva (2000) cita que os fatores envolvidos na determinação do conforto térmico são: o ambiente (temperatura do ar, temperatura radiante, radiação solar, umidade do ar e pressão atmosférica), a capa externa do animal (espessura, estrutura, isolamento térmico, penetração pelo vento, ventilação, emissividade, absorvidade e refletividade), características corporais (forma corporal, tamanho, área de superfície, área exposta à radiação solar, emissividade e absorvidade da epiderme).

Em ambiente de clima semiárido o animal mais adequado é aquele que apresenta características como a epiderme pigmentada, pelame claro, pelos curtos, grossos e assentados, uma vez que estas protegem contra a radiação, além de favorecer as trocas térmicas por convecção e evaporação na superfície cutânea. (Silva, 1999)

Os altos níveis de radiação provocam efeitos diretos alta absorção de energia na superfície, com danos à epiderme (especialmente nas áreas despigmentadas), ocorrem ainda, alterações comportamentais, como busca por sombra nos horários de maior incidência de radiação solar e indiretos, através de variações na temperatura e na umidade do ar (SILVA; MAIA, 2011).

Diante disso, os animais Zebuínos (*Bos taurus indicus*) apresentam alto grau de adaptação em condições extremas de calor, como em regiões semiáridas, sem comprometer o seu desempenho. Exemplos desse, é a raça Guzerá, que possui um porte de médio a alto, apresentam uma boa performance nos diferentes sistemas de produção e boa adaptabilidade a regiões tropicais, este último está relacionado com as características da epiderme dos animais

dessa raça, uma vez que, possuem uma epiderme pigmentada e pelame de cor clara a cinza, o que favorece as trocas térmicas com o ambiente.

A estratégia básica de termorregulação dos mamíferos permite que ocorra um fluxo de calor por condução, convecção, radiação e evaporação. Porém, quando as temperaturas do ar e dos animais estão próximas, o fluxo de calor sensível é prejudicado. Dessa forma, a importância da eliminação de calor por evaporação se evidencia, pois essa depende principalmente da pressão de vapor da atmosfera (SILVA; MAIA, 2011).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. CLIMA SEMIÁRIDO

O semiárido nordestino compreende uma imensa área de mais de um milhão de quilômetros quadrados, que corresponde em torno de três quartos da região nordeste e a mais de 10% da superfície brasileira e compreende oito dos nove estados do nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia) e uma pequena parte do norte do estado de Minas Gerais, que está situado na região sudeste do Brasil. Dos estados nordestinos, somente o Maranhão não apresenta áreas semiáridas (MENDES, 1992).

De acordo com Campos (2010), o clima semiárido é caracterizado, principalmente, pelo diminuto registro de chuvas. Esse tipo climático ocorre, predominantemente, em zonas geográficas muito secas, com pequeno índice pluviométrico ao longo de todo o ano, inclusive com o registro de ausência total de chuvas, em uma grande parte do ano meteorológico. Ademais, o tipo climático semiárido registra, em geral, altas temperaturas, que são predominantes ao longo de todo o ano, assim como baixa umidade do ar e pequena amplitude térmica.

De acordo com Marengo (2006), o Semiárido brasileiro sempre foi acometido de grandes eventos extremos de secas, contudo, não é rara a ocorrência de grandes enchentes. Esses eventos estão diretamente associados à produção agropecuária, sendo os principais responsáveis pelo sucesso, ou não, dessa importante atividade na região.

2.2. RELAÇÃO ANIMAL X AMBIENTE

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, o calor produzido pelo metabolismo animal é perdido para o meio ambiente sem prejuízo apreciável do rendimento animal. Quando isso não ocorre, caracteriza-se o estresse por calor e o uso de artifícios

capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio ambiente se faz necessário (PIRES; CAMPOS, 2003).

Há um limite da temperatura ambiente, chamada temperatura crítica, do qual o mecanismo termorregulador começa a não ter capacidade de assegurar o equilíbrio térmico, ocorrendo em consequência a hipertermia, a elevação acima do nível normal da temperatura do corpo, provocada pela elevada temperatura ambiente. O stress calórico ocorre quando os animais são expostos a temperatura ambiente acima da sua temperatura crítica superior. A temperatura crítica também é influenciada pelos outros agentes do clima como a umidade, radiação e vento, e também varia nas diversas espécies domésticas, e mesmo nas raças e até nos indivíduos (MEDEIROS; VIEIRA, 1997).

Na produção animal é essencial um conceito claro da influência de cada fator ambiental sobre o animal e de como se pode criar animais melhor adaptados a qualquer ambiente. O ambiente afeta a manifestação do genótipo dos indivíduos. Em zootecnia se diz que o ambiente, notadamente o clima é um sobremodo regulador da produção animal (MEDEIROS; VIEIRA, 1997).

2.3. RAÇA GUZERÁ

O Guzerá foi a primeira raça de gado zebuino a ser introduzida no Brasil, trazida da Índia pelo Barão de Duas Barras. Sua presença foi marcante nos cafezais do Rio de Janeiro, sendo utilizado para puxar carroças e vagões de café. Os animais da raça Guzerá se destacam por ser uma raça de dupla aptidão, sendo utilizados como gado de corte e com algumas linhagens específicas voltadas para a produção de leite (GONSALES, S. A, 2022).

Devido a origem do guzerá ser um local de altas temperaturas, a rusticidade do animal e a capacidade de suportar o calor são características potentes na raça. Além de apresentar boa conversão alimentar e um bom rendimento de carcaça, a rusticidade da raça faz com que os animais sejam resistentes a enfermidades (GONSALES, S. A, 2022).

Segundo a ABCZ (Associação Brasileira dos criadores de Zebu) a raça conta com 499.526 animais registrados (nov/2020). Os machos atingem 187 kg a desmama e as fêmeas 175 kg. Ao sobreano, em regime de pasto, os machos atingem 312 kg e as fêmeas 270 kg. Nas linhagens leiteiras, a produção média de leite é da ordem de 2.194 kg de leite por lactação com 4,86% de gordura.

2.4. PERDA DE CALOR POR EVAPORAÇÃO

Nos animais endotérmicos, os mecanismos de termorregulação ou de controle da temperatura encarregam-se de manter certa estabilidade na temperatura das várias regiões do corpo, apesar das oscilações na temperatura ambiente. As trocas de energia térmica do animal com o ambiente são realizadas na forma de calor sensível, através da condução, convecção e radiação, e na forma de calor latente por evaporação cutânea e respiratória. As perdas de calor sensível são reguladas pelo gradiente de temperatura, diferentemente daquelas por evaporação, que são controladas pelo gradiente de pressão de vapor (Silva, 2000; Maia et al., 2005).

A perda de calor latente por meio da evaporação pode ocorrer por dois processos: por meio da superfície da epiderme e do trato respiratório, caracterizando a evaporação cutânea e respiratória, respectivamente (Silva, 2000).

Segunda Maia et al., 2005, sob altas temperaturas ambientais a perda de calor sensível torna-se um meio de ganho de calor, quando estas temperaturas estão perto ou maior do que a temperatura do corpo, como é frequentemente o caso em regiões tropicais. Sob esta condição a evaporação cutânea torna-se o principal meio de perda de calor, sendo responsável por aproximadamente 85% da perda total de calor latente, enquanto o resto se perde por evaporação respiratória.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar as respostas fisiológicas de vacas da raça Guzera expostas a variação meteorológica ao longo do dia.

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito das condições ambientais sobre os parâmetros fisiológicos (temperatura retal e frequência respiratória) de vacas da raça Guzera;

Avaliar a perda de calor latente (evaporação cutânea e respiratória) de vacas da raça Guzera.

4 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Fazenda Barra da Cruz, localizada no município de Lajes/RN, com altitude média de 199 metros, 05° 42' 00" de latitude e 36° 14' 41" de longitude, região de clima semiárido.

Foram utilizados 12 animais da raça Guzerá, fêmeas, onde todas estavam em lactação.

As coletas de dados fisiológicos foram realizadas no períodos seco, entre 7 e 17 horas, com coletas realizadas a cada 2 horas.

As temperaturas retais foram aferidas por meio de termômetro clínico digital. A frequência respiratória foi mensurada pela contagem das movimentações do flanco do animal por 1 minuto e a temperatura de superfície corporal foi aferida por meio de um termômetro infravermelho de precisão (modelo 576, FLUKE) posicionado em diferentes áreas da superfície corporal dos animais, sendo estas cabeça, cernelha, flanco e virilha, fazendo-se ao final uma média de temperatura desses quatros pontos.

Para mensurar a perda de calor por evaporação cutânea (EC , $W.m^{-2}$) foi utilizada uma cápsula ventilada, posicionada em duas áreas do corpo dos animais (pescoço e flanco), técnica descrita por Maia et al. (2005). Uma cápsula com 7 cm de diâmetro, ligada a um analisador de gás CO_2/H_2O (Modelo Li-7000, LI-COR), conectada diretamente a um computador onde é registrado a pressão atmosférica (P_{atm} , kPa), pressão parcial de vapor (PAR, kPa) e pressão parcial de vapor no interior da cápsula (CPPE).

A evaporação respiratória foi calculada conforme a seguinte equação (SILVA et al., 2012), utilizando-se a densidade do ar atmosférico ($g.m^{-3}$); o calor específico do ar ($J.g^{-1}.^{\circ}C^{-1}$); a pressão atmosférica (KPa); constante psicrométrica (K-1); e a pressão de saturação do ar expirado (KPa). Avaliada através de uma cápsula confeccionada para esse fim, com um termômetro digital e sensor tipo K. A resistência à vaporização da água no sistema respiratório, estimada utilizando-se a frequência respiratória e a temperatura do ar através da equação determinada por Silva e Maia (2013).

As variáveis meteorológicas ambientais registradas foram: temperatura do ar (T_a , °C), velocidade do vento (V_v , $m.s^{-1}$) e umidade relativa (UR, %), aferidas por meio de um Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro Digital (modelo THAL-300, INSTRUTHERM), e a temperatura do globo negro (T_g , °C) ao sol e a sombra, através de termômetros digitais tipo haste (WATERPROOF) inseridos no centro de cada globo (esfera oca de cobre, com 0,15 m de diâmetro), posicionados estrategicamente na altura do dorso dos animais (Silva, 2014), os dados foram registrados a cada hora, das 7h às 17h.

Foram realizadas correlações entre as variáveis fisiológicas e das variáveis fisiológicas com as variáveis meteorológicas. Os dados obtidos foram analisados pelo método dos quadrados mínimos para dados não balanceados. Para a análise da influência das variáveis meteorológicas sobre as variáveis fisiológicas (frequência respiratória, temperatura retal, evaporação cutânea e evaporação respiratória) foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \alpha + b_1TA + b_2UR + b_3TG + b_4ITGU + \epsilon_i$$

Na qual, Y_{ij} é o estimador das variáveis fisiológicas, onde α é o intercepto; b_1 , b_2 , b_3 e b_4 são os coeficientes de regressão parcial sobre a temperatura do ar, umidade relativa, radiação de ondas curtas e temperatura radiante média, respectivamente; e ϵ_i é o efeito residual.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios, máximas e mínimas das variáveis ambientais: temperatura do ar, umidade relativa, temperaturas dos globos e ITGU estão dispostos na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios, mínimos e máximos das variáveis meteorológicas.

Variável	Média	Mínimo	Máximo
Temperatura do ar (°C)	33,28±3,47	26,6	38,0
Umidade Relativa	55,19 ±8,15	45,3	70,4
Temperatura do globo (sombra)	33,84 ±3,79	25,5	38,6
Temperatura do globo (sol)	42,18 ±6,48	32,5	50,7
Velocidade do vento (ms ⁻¹)	3,15 ±1,66	0	5,9
ITGU sol	91,91 ±6,84	81,45	100,6

Os dados obtidos representam aqueles caracterizados por Campos (2010), onde temos na região semiárida altas temperaturas e intensa radiação solar.

Melhor visualização da variação de temperatura e umidade durante o período do experimento os dados foram dispostos em função do horário do dia, como segue no gráfico da figura 1.

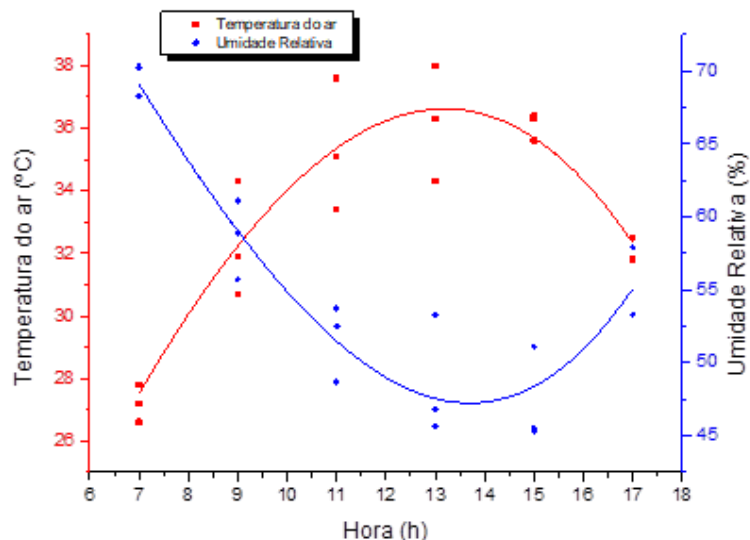


Figura 1: variação da temperatura do ar e umidade relativa em função da hora de coleta.

As variáveis fisiológicas estão dispostas na tabela 2.

Tabela 2: Valores médios, mínimos e máximos das variáveis fisiológicas.

Variável	Média	Mínimo	Máximo
Frequência respiratória (mov/min)	27,40 ±7,26	12,0	52,0
Temperatura retal (°C)	37,81 ±0,93	36,0	39,2
Taxa de evaporação respiratória (Wm ⁻²)	26,51 ±6,85	14,3	44,9
Taxa de evaporação cutânea (Wm ⁻²)	43,72 ±27,29	0,6	95,3

Foi observado que mesmo com os animais estando diretamente expostos à radiação solar durante todo o dia, os valores que foram avaliados (como temperatura retal e frequência respiratória) ficaram dentro da zona de conforto térmico, sem causar qualquer alteração ou prejuízo para o animal, valores de frequência respiratória acima de 70 movimentos por minuto são indicativos de estresse térmico (PIRES; CAMPOS, 2004).

Quanto a temperatura retal a média observada foi 37,8 ±0,93 °C, com máxima de 39,2 °C, e variação observada de acordo com a temperatura do ar, o que pode ser observado na figura 3, na variação da temperatura retal em função da hora do dia. Segundo West (2002) temperatura retal acima de 39,2 °C seria indicativo de estresse calórico. Santos et al. (2023) trabalhando com bovinos, machos, da raça Nelore observou temperatura retal máxima 39,8 °C e frequência

respiratória máxima de 56 mov./min, em ambiente com temperatura do ar máxima de 32 °C. Esses dados ressaltam a alta capacidade de adaptação a climas com altas temperaturas dos animais da raça Guzerá, já que foram utilizadas fêmeas em lactação e as temperaturas do ar chegaram a 38 °C.

Em comparação com o trabalho realizado por Izael (2012) utilizando animais *bos taurus* x *bos indicus* em sistema free-stall sob um clima semelhante no período seco, os animais avaliados chegaram a ter média de 39,4 °C de temperatura retal e máxima de 40,5 °C, o que seria um indicativo de estresse calórico de acordo com West (2002). E Costa (2015) que trabalhando com vacas mestiças da Zebu x Holandesa, em lactação e na região semiárida observou temperatura retal máxima de 41,5 °C e frequência respiratória máxima 165 mov/min.

Quando analisada a relação entre temperatura retal e frequência respiratória em função da temperatura do ar observa-se que há uma tendência da elevação da temperatura retal conforme aumenta a temperatura do ar, já a frequência respiratória demonstra discreta variação (Figura 2).

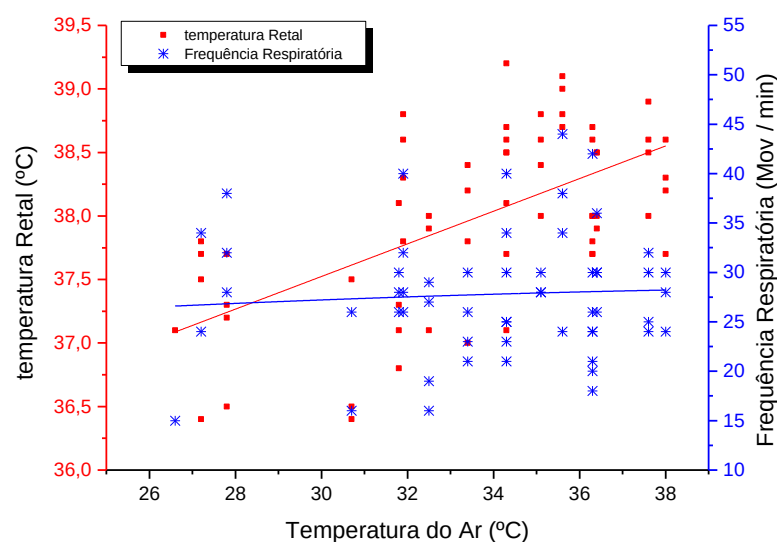


Figura 2: Gráfico da variação da Temperatura Retal e da Frequência Respiratória em função da Temperatura do Ar

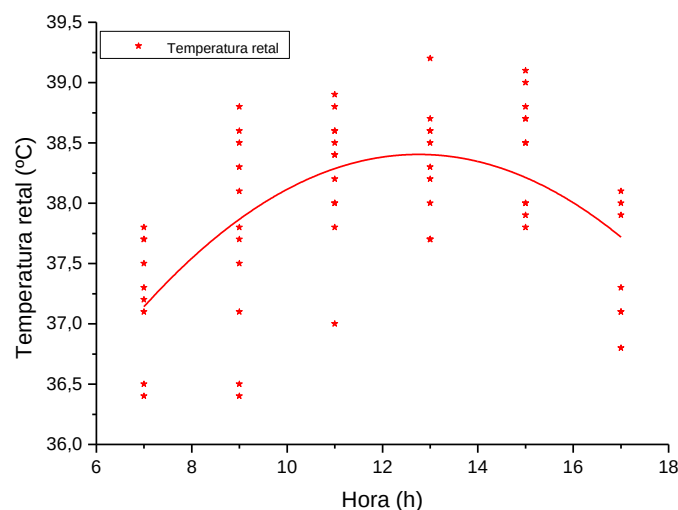


Figura 3: Gráfico da variação da temperatura retal em função da hora do dia.

Quanto a evaporação cutânea (EC) observou-se a média de $43,7 \text{ W.m}^{-2}$, com máxima de $95,3 \text{ W.m}^{-2}$ e evaporação respiratória (ER) $26,5$ e $44,9 \text{ W.m}^{-2}$, para média e máxima, respectivamente. Quando avaliada antes de 30°C a relação entre EC e ER foi $29,6$ e $70,4\%$, respectivamente, até $66,4$ e $33,6\%$ quando a temperatura do ar foi superior a 34°C . De maneira geral a EC representou $57,1\%$ e ER $42,9\%$. Na figura 4 e 5 observam-se as variações das perdas de calor por evaporação cutânea e respiratória em função da temperatura retal e do ar.

Santos et al (2023) observou maiores valores médios no período das 11h às 13h (67 e 42 W.m^{-2} , respectivamente). EC e ER foram responsáveis por $59,45$ e $40,55\%$ da perda total de calor evaporativo em touros Nelore expostos ao sol, valores próximos ao do presente trabalho, bem como o trabalho de Costa (2015), onde a evaporação na superfície cutânea contribuiu com $59,7\%$ da perda total de calor latente e $40,3\%$ de responsabilidade da evaporação respiratória, valor superior aos contabilizados por Maia et al. (2005), onde: ES = 85% e ER = 15% , e por Silva et al. (2012) na região subtropical: ES = $73,8\%$ e ER = $26,2\%$ e na região semiárida: ES = $72,7\%$ e ER = $27,3\%$.

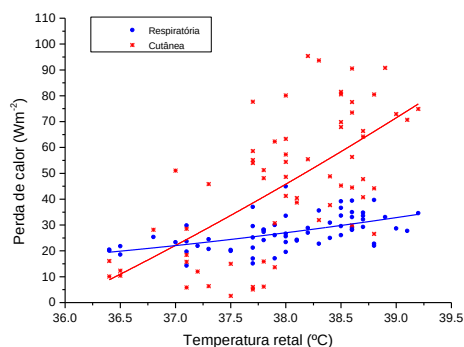


Figura 4: Gráfico da perda de calor por evaporação cutânea e respiratória em função da temperatura retal.

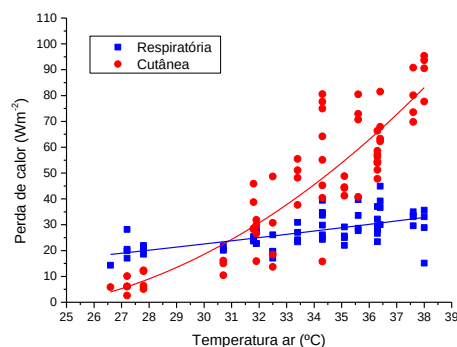


Figura 5: Gráfico da perda de calor por evaporação cutânea e respiratória em função da temperatura do ar.

Observou-se que as variáveis ambientais, temperatura do ar, temperatura do globo e ITGU apresentaram correlação positiva com as variáveis fisiológicas e a umidade relativa correlação negativa, todas de maneira significativa, diferente da velocidade do vento que não apresentou influência sobre as variáveis fisiológicas (tabela 3).

Tabela 3: Correlações de Pearson entre as variáveis ambientais e as variáveis fisiológicas.

	Temperatura retal	Evaporação respiratória	Evaporação cutânea
Temperatura do ar	0,65**	0,74**	0,88**
Umidade Relativa	-0,60**	-0,71**	-0,84**
Temperatura do globo	0,64**	0,78**	0,89**
Temperatura do globo sol	0,67**	0,74**	0,80**
Velocidade do vento	-0,04	-0,07	-0,07
ITGU sol	0,68**	0,73**	0,81**

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

Quanto as correlações entre as variáveis fisiológicas podem se observar que a temperatura retal e, principalmente a temperatura do ar expirado foram os maiores influenciadores das taxas de evaporação cutânea e respiratória.

Tabela 4: Correlações de Pearson entre as variáveis fisiológicas.

	Temp. retal	Evaporação respiratória	Evaporação cutânea
Frequência respiratória	0,08	0,44**	0,27*
Temperatura do ar expirado	0,66**	0,86**	0,87**
Temperatura retal	1,00	0,64**	0,66**
Taxa de evaporação respiratória	0,64**	1,00	0,77**
Taxa de evaporação cutânea	0,66**	0,77**	1,00

* $P < 0,05$

** $P < 0,01$

6 CONCLUSÕES

Vacas da raça Guzerá apresentam variação da temperatura retal de acordo com a variação da temperatura do ar e frequência respiratória estável ao longo do dia na região semiárida.

Quando a temperatura do ar aumenta ocorre resposta direta na perda de calor por evaporação cutânea, tornando essa a via principal no controle da temperatura corporal, já a evaporação respiratória tem discreta variação ao longo do dia.

REFERÊNCIAS

SHIOTA, Álvaro Moriya et al. Parâmetros fisiológicos, características de pelame e gradientes térmicos em novilhas nelore no verão e inverno em ambiente tropical. *Bioscience Journal*, v. 29, n. 1, p. 1687-1695, 2013.

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

SILVA, R.G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas Holandesas expostas ao sol e á sombra em ambiente tropical. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.6, p.1403- 1411, 1999.

BIANCHINI, Eliandra et al. Características corporais associadas com a adaptação ao calor em bovinos naturalizados brasileiros. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, v. 41, p. 1443-1448, 2006.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. Brasília, DF: MMA, 2006. 202 p. il. (Biodiversidade, 26).

MENDES, B. V. O semi-árido brasileiro. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo/SP, 2, p. (394-399), abril,1992.

RESENDE, H. et al. Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira. Juiz de Fora/MG: Embrapa. 2003.

MEDEIROS, L. F. D; VIEIRA, D. H. Apostila de Bioclimatologia Animal. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: <https://wp.ufpel.edu.br/bioclimatologiaanimal/files/2011/03/Apostila-de-Bioclimatologia-Animal.pdf>. Acesso em: 24 de set de 2023.

GONSALVES, S. A. Guzerá leiteiro: conheça a história e características dessa raça utilizada para produção de leite. Milkpoint, 2022. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/raca-guzera-historia-caracteristicas-e-producao-228838/>. Acesso em: 24 de set de 2023.

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

MAIA, A. S. C.; SILVA, R. G.; LOUREIRO, C. M. B. Respiratory heat loss flux of Holstein cows in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, v.49, n.5, p.332-336, 2005b.

CAMPOS, M. Clima semiárido. *Mundo Educação*, 2010. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/clima-semiarido.htm#:~:text=O%20clima%20semi%C3%A1rido%20%C3%A9%20caracterizado%2C%20principalmente%2C%20pelo%20diminuto%20registro%20de,grande%20parte%20do%20ano%20meteorol%C3%B3gico>. Acesso em: 24 de set de 2023.

WEST, J. W. Physiological effects of heat stress on production and reproduction. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2002, Fort Wayne. Proceedings... Fort Wayne: Eastridge, M.D., 2002. p.1-9.

IZAEL, M. A. **Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) criadas em clima semi-árido em sistema free-stall**. Tese (mestrado em zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza/CE, p. 45. 2012.

AZEVEDO, M. et al. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras ¹/₂, ³/₄ e ⁷/₈ Holandês-Zebu em lactação. Recife/PE: Embrapa. 2005.

PIRES, M.F.A.; CAMPOS, A.T. Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. Juiz de Fora: EMBRAPA, 2004. p.1-6. (Comunicado técnico 42)