

# RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E DE DESEMPENHO DE NOVILHAS DA RAÇA JERSEY EM PASTAGEM COM E SEM ACESSO À SOMBRA

*PHYSIOLOGICAL AND PERFORMANCE RESPONSES OF JERSEY HEIFERS IN PASTURE WITH AND WITHOUT ACCESS TO SHADE*

**Leandro De Conto**

Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Vacaria, RS, Brasil

**Sheilla Madruga Moreira**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

**Renata Moraes**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

**Odirley Gonçalves Júnior**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

**Jerri Teixeira Zanusso**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

**Otoniel Geter Lauz Ferreira**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

**Isabella Dias Barbosa Silveira**

Universidade Federal de Pelotas, Capão do Leão, RS, Brasil

DOI: <https://doi.org/10.31512/missioneira.v26i1.1927>

Recebido em: 13.06.2024

Aceito em: 03.10.2024

**Resumo:** O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de dois ambientes (com sombra e sem sombra), em pastejo de milho, sobre as respostas fisiológicas e do desempenho de novilhas da Raça Jersey, em delineamento experimental inteiramente casualizado com dez repetições (animais). Foram utilizadas 20 novilhas puras de origem com idade entre 12 e 14 meses e peso vivo médio de  $198,35 \pm 28,7$  kg. Como variáveis fisiológicas foram avaliadas a frequência respiratória e a temperatura de superfície de pelame às 8:00h, 13:00h e 18:00h. O desempenho animal foi avaliado através de pesagem dos animais no início e ao término do experimento. Houve diferença significativa ( $P=0,0026$ ) entre as horas do dia para frequência respiratória, com maiores valores às 13:00h. Para temperatura de superfície de pelame, houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P=0,0001$ ), com maiores valores às 13:00h no tratamento sem acesso à sombra e às 8:00h e 18:00h no tratamento com acesso à sombra. Os animais com acesso à sombra obtiveram maiores ganhos de peso diários ( $P=0,0038$ ). Novilhas da raça Jersey recriadas em pastagem, no verão, têm a frequência respiratória e a temperatura de superfície de pelame alteradas, porém a níveis de estresse moderados e de rápido reestabelecimento. No entanto, valores suficientes para prejudicar seu ganho de peso, quando não há sombra disponível.

**Palavras-chave:** bovinos de leite. bem-estar animal. conforto térmico. frequência respiratória. novilhas leiteiras.

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the effect of two environments (with and without shade) in millet pasture on the physiological responses and performance of Jersey heifers in a completely randomized experimental design with ten replicates (animals). Twenty purebred heifers aged between



A Revista Missioneira está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

12 and 14 months and with an average live weight of  $198.35 \pm 28.7$  kg were used. The physiological variables evaluated were respiratory rate and coat surface temperature at 8:00 a.m., 1:00 p.m., and 6:00 p.m. Animal performance was evaluated by weighing the animals at the beginning and end of the experiment. There was a significant difference ( $P=0.0026$ ) between the hours of the day for respiratory rate, with higher values at 1:00 p.m. For coat surface temperature, there was an effect of the treatment x time of day interaction ( $P=0.0001$ ), with higher values at 1:00 p.m. in the treatment without access to shade and at 8:00 a.m. and 6:00 p.m. in the treatment with access to shade. Animals with access to shade obtained greater daily weight gains ( $P=0.0038$ ). Jersey heifers raised on pasture in the summer have altered respiratory rate and coat surface temperature, but at moderate stress levels and rapid recovery. However, values sufficient to impair their weight gain when there is no shade available.

**Keywords:** dairy cattle. animal welfare. thermal comfort. respiratory. dairy heifers

## Introdução

O estresse calórico é um dos principais limitantes à produção animal em pastagens, por comprometer a capacidade do mesmo em dissipar calor para o ambiente, e alterar suas funções fisiológicas na tentativa de manter a temperatura corporal dentro da chamada zona de conforto térmico (ZCT) (RESENDE et al., 2016).

Na zona de conforto térmico, limitada pela temperatura crítica superior (TCS) e pela temperatura crítica inferior (TCI), os sistemas termorreguladores do animal apresentam menor esforço para manter sua homeotermia. No entanto, como resposta ao estresse gerado por temperaturas acima da TCS, o organismo do animal lança mão ajustes fisiológicos para mantê-la, onde o desempenho animal é prejudicado (SOUZA et al., 2010; RESENDE et al., 2016).

A determinação das condições de estresse calórico no ambiente de criação pode ser realizada através do uso de índices bioclimáticos e de conforto térmico, uma vez que consideram de maneira mais precisa os efeitos combinados do ambiente, e os associam às alterações fisiológicas do animal como, por exemplo, aumento da temperatura de superfície do pelame e da frequência respiratória (SILVA et al., 2012).

Nesse sentido, o índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) vêm sendo usado para estimar e avaliar o conforto térmico de bovinos criados a pasto (FAÇANHA et al., 2016; BRETTAS et al., 2017; MOREIRA et al., 2017, o qual considera a temperatura do globo negro (TGN) que, em um único valor, representa o efeito conjunto da temperatura do ar, da velocidade do vento e da energia térmica procedente do meio em todas as direções possíveis.

A temperatura de superfície do pelame indica a eficiência nas trocas de calor do animal com o meio. Pode ser obtida de maneira rápida e não invasiva, através de termômetro infravermelho, e se a temperatura estiver abaixo de  $35^{\circ}\text{C}$ , indica que as trocas de calor podem ocorrer pelas quatro vias que o animal dispõe: condução, convecção, radiação e evaporação (COLLIER et al., 2006; NASCIMENTO et al., 2013).

O aumento da frequência respiratória como forma de dissipação de calor (PERISSINOTO et al., 2009), pode causar prejuízos caso seja prolongada. A respiração acelerada e contínua poderá interferir na ingestão de alimentos e ruminação, adicionar calor endógeno a partir da atividade muscular e desviar a energia que poderia ser utilizada em outros processos metabólicos e produtivos. Este parâmetro fisiológico tem sido proposto para identificar o estresse calórico em virtude da facilidade de mensuração e da rápida resposta as alterações climáticas (MARTELLO,

2006; SILVA et al., 2007).

Para amenizar o estresse calórico, prejudicial ao ganho de peso e o desenvolvimento corporal de novilhas criadas a pasto (NASCIMENTO et al., 2013), proporcionar áreas de sombra de forma estratégica na pastagem se torna cada vez mais importante ao planejar a propriedade. Nesse sentido, a sombra das árvores, devido ao microclima formado sob a copa, onde há a redução da temperatura do ar pela evaporação de suas folhas e redução da radiação solar, são os locais preferidos pelos animais (SCHÜTZ et al., 2009).

O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas fisiológicas e o desempenho de novilhas da raça Jersey, em condições de estresse calórico, em pastagem de milheto, em ambientes sem e com acesso à sombra.

## Material e métodos

O estudo foi realizado em área pertencente ao Centro de Recria e Seleção de Bovinos da Raça Jersey (CERTON), da Embrapa Clima Temperado - Estação Experimental Terras Baixas, dentro do convênio EMBRAPA/UFPEL, localizada a 31°52'00" Sul e 52°21'24" Oeste, e a 13,24 m de altitude. O clima da região é subtropical úmido (Cfa segundo Köppen), com verões quentes, apresentando temperaturas médias de 17,8°C, com mínima absoluta de -3,0°C e máxima absoluta de 39,6°C (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EMBRAPA/UFPEL, 2009). O solo é classificado como Planossolo Háptico Eutrófico Solódico, pertencente à unidade de mapeamento Pelotas (STRECK et al., 2008). O período experimental foi de 33 dias (10/01/2014 a 12/02/2014), período crítico do verão para a região, onde as normais de temperatura média das máximas (°C), temperatura média das mínimas (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação pluviométrica (mm), velocidade média do vento (km/h) e radiação solar (cal.m<sup>2</sup>) correspondem a 28,3; 19,2; 78,0; 48,3; 3,9 e 481,2, respectivamente (ESTAÇÃO METEOROLÓGICA EMBRAPA/UFPEL). Foram utilizadas 20 novilhas da raça Jersey, puras de origem, com idade entre 12 e 14 meses e peso corporal médio de 198,35 ± 28,7kg, selecionadas a partir de um grupo de 30 animais, descartando os extremos em função do peso e idade, sendo as pesagens realizadas antes de entrar na área (10/01/14) e ao término do experimento (12/02/14). Os animais foram distribuídos em dois tratamentos, com período prévio de adaptação de sete dias, sendo um tratamento sem acesso à sombra (SS) e o outro com acesso à sombra (CS), em área de 1,96 ha subdividida em dois piquetes (0,98ha). O tratamento com acesso à sombra (CS) foi constituído por 28 árvores de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), com altura média de 14,6 m, já implantadas no local, dispostas em linha (norte – sul) e espaçamento médio de 2 m entre si. Em ambos os tratamentos os animais tinham como base alimentar pastagem de milheto (*Penisetum glaucum*), implantada em nov/dez de 2013 (por CERTON), com acesso à água (*ad libitum*) mantidos em sistema de pastoreio contínuo sem suplementação, com lotação fixa ajustada para manter massa de forragem entre 2000 e 3000 kg de MS (matéria seca)/ha, o que permite condições de seleção aos animais e crescimento do pasto (MORAES & MARASCHIN, 1988). Todos os procedimentos envolvendo os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Federal de Pelotas (nº 4921). Para as avaliações, os animais foram identificados por numeração sequencial pintada nos flancos, sempre no dia anterior. Os parâmetros fisiológicos foram monitorados nos dias 17 e 23/01 e 05/02/2014, às 8:00, 13:00 e 18:00h. A frequência respiratória (FR) foi mensurada por contagem visual dos movimentos respiratórios no flanco

do animal, por 15 segundos, e multiplicado por quatro para obter movimentos respiratórios por minuto (mov/min). Sempre que houvesse movimentação do animal durante a contagem, a mesma era interrompida e reiniciada. A temperatura da superfície de pelame (TPEL) foi obtida por meio de termômetro digital infravermelho marca Incoterm (-60°C a +500°C), com mira laser, distância focal de 12:1, resolução de 0,1°C e precisão de  $\pm 2^\circ\text{C}$ . Foi verificada a temperatura da frente, da costela (oposto ao rúmen), da cernelha, da canela e da virilha, sempre procurando realiza-la a distância de 1m a 2m, sendo o valor final gerado da média das cinco regiões do corpo (adaptado de SOUZA, 2003). O ganho médio diário (GMD) foi obtido subtraindo o peso inicial do peso final, dividindo o resultado pelo número de dias do período. As variáveis ambientais temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram registradas por termohigrômetro digital, marca Incoterm, com faixa de medição de temperatura externa de -10°C a 60°C, com precisão:  $\pm 1^\circ\text{C}$  e faixa de medição da umidade de 10 a 99% (precisão:  $\pm 5\%$ ). Para mensurar a temperatura de globo negro (TGN) foi confeccionado um globo de polietileno com 15 cm de diâmetro, pintado de preto fosco, no qual foi inserido termômetro (-10 a 110°C) mantendo seu bulbo ao centro interno do globo (adaptado de COELHO et al., 2013). Os equipamentos foram instalados a 1,5 m da superfície do solo, sendo no tratamento SS instalados em local sem a possibilidade de que qualquer sombra próxima o atingisse. No tratamento CS, instalados à sombra, no local mais procurado pelos animais nas horas mais quentes do dia, monitorado diariamente durante o período de adaptação dos mesmos. As informações foram coletadas nos mesmos dias e horários de avaliação dos parâmetros fisiológicos, utilizadas para determinar o índice de temperatura de globo e umidade, pela equação proposta por BUFFINGTON et al (1981):  $ITGU = \frac{T_{gn} + T_{po}}{1 + 0,71 \sqrt{e}}$ , onde: ITGU = índice de temperatura de globo negro e umidade; T<sub>gn</sub> = temperatura do globo negro (°C); T<sub>po</sub> = Temperatura do ponto de orvalho (°C). A T<sub>po</sub> foi calculada com o software livre GRAPSI 6.1 (MELLO et al., 2004), utilizando-se os dados de umidade relativa do ar registrados no termohigrômetro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos e dez repetições (animal). A análise foi realizada pelo procedimento PROC MIXED do software estatístico SAS® 9.1.3 (2004). O LSMEANS foi utilizado para se obter as médias ajustadas das variáveis e posteriormente efetuadas comparações pelo Teste Tukey a 5% de significância.

## Resultados e discussão

As condições climáticas durante o período experimental apresentaram temperatura média das máximas (°C), temperatura média das mínimas (°C), umidade relativa do ar (%), radiação solar (cal.m<sup>2</sup>), velocidade média do vento (km/h) e precipitação pluviométrica (mm) nos valores de 31,2, 21,6, 80,1, 453,7, 2,7 e 6,4, respectivamente.

Tanto as temperaturas mencionadas, quanto a temperatura média nos ambientes estudados (Tabela 1), superaram o limite superior da zona de termoneutralidade ideal para novilhas leiteiras que, de acordo com Conceição (2008), é de 10 a 27°C. Dessa forma, geraram valores de temperatura de globo negro (TGN) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) aquém do ideal para bovinos de leite (SOUZA et al, 2002 apud COELHO et al., 2013).

Tabela 1. Valores das variáveis climáticas e de conforto térmico para os diferentes tratamentos e horas do dia.

Horário	Tratamento	Variáveis			
		TA (°C)	UR (%)	TGN (°C)	ITGU
8:00	Sem Sombra	34,3	51,7	39,7	89,4
	Com Sombra	29,5	73,0	33,0	83,2
	Média	31,9	62,3	36,3	86,3
13:00	Sem Sombra	35,3	47,7	43,3	92,8
	Com Sombra	32,7	58,0	36,3	86,1
	Média	34,0	52,8	39,8	89,4
18:00	Sem Sombra	36,4	42,7	42,7	91,7
	Com Sombra	34,1	55,7	35,7	85,6
	Média	35,2	49,2	39,2	88,6

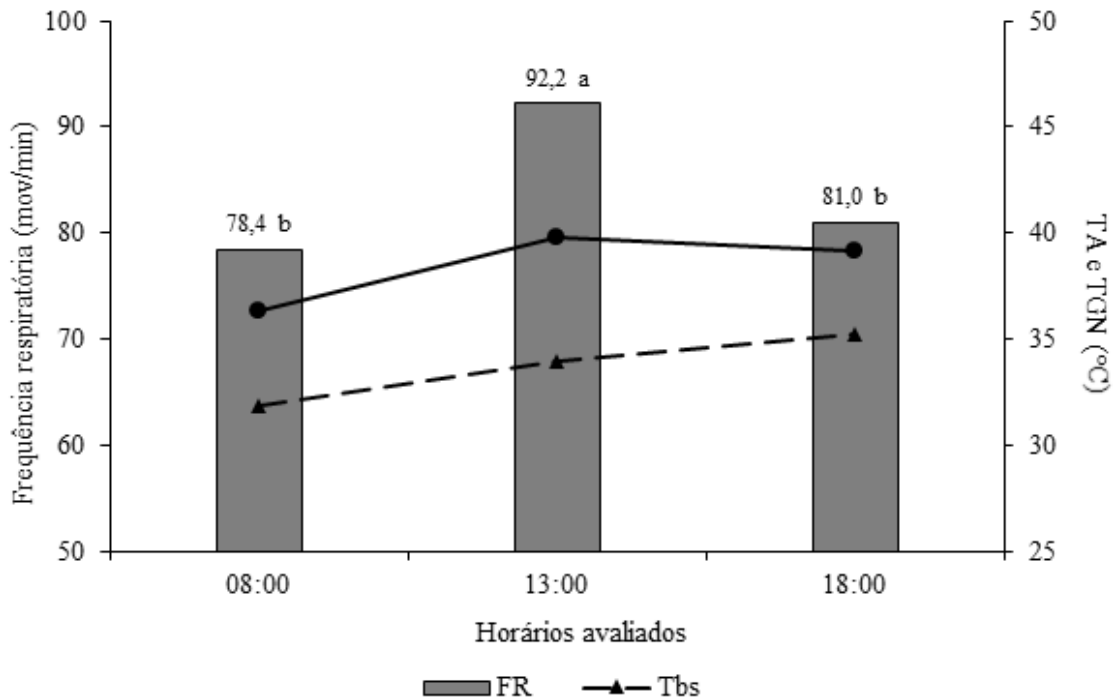
Temperatura do ar (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (TGN), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Barbosa (2012), avaliando o uso de sombreamento sobre índices térmicos e respostas fisiológicas de bezerras cruzadas ½ Holandês x ½ Jersey, a pasto, em Silvânia-GO, constatou valores mais altos de TA, TGN e ITGU no ambiente não sombreado e de UR no ambiente sombreado.

Não houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P=0,0519$ ), bem como efeito dos tratamentos ( $P=0,2076$ ) sobre a frequência respiratória (FR), sendo influenciada somente pelos horários do dia ( $P=0,0026$ ), com maiores valores às 13:00h (Figura 1). Estes resultados sugerem que o sombreamento não foi suficiente para amenizar o estresse causado pelo calor, e assim, normalizar a frequência respiratória dos animais.

Os resultados devem-se as altas temperaturas, o que provavelmente elevou a temperatura endógena dos animais, que de acordo com Du Preez (2000), os limites ideais devem ser mantidos entre 38,6 e 39,3°C. Para isso, os animais aumentaram a FR como forma de dissipar o calor e retomar sua homeostasia. Segundo Souza; Batista (2012), o aumento da FR é mecanismo de perda de calor insensível (evaporação), diretamente influenciado pelo aumento na temperatura e umidade relativa do ar, que combinadas, torna a dissipação de calor ineficiente.

Figura 1. Frequência respiratória (FR) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra.



Os valores da figura 1 apontam para condição de estresse pelo calor de moderado a alto. Segundo a classificação de Silanikove (2000), de 40 a 60mov/min o estresse é baixo, de 60 a 80mov/min é moderado, de 80 a 120mov/min é alto e acima de 150mov/min é severo.

Conceição (2008), avaliando a influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras  $\frac{1}{2}$  Jersey  $\frac{1}{2}$  Holandês em pastagens, encontrou maiores valores de FR no horário das 13:00h, em todos os tratamentos, com média de 98,3mov/min.

Souza et al. (2010), avaliando o efeito do sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas mestiças  $\frac{1}{2}$  Holandês  $\frac{1}{2}$  Jersey, constataram aumento de 44,6% na FR quando expostas a radiação solar direta (13:00 às 14:00h), enquanto neste trabalho, o aumento na FR no mesmo horário foi de 13,5%, indicando que animais puros da Raça em estudo podem ser mais eficientes em dissipar calor por evaporação, ou seja, pequeno aumento na FR já é suficiente para regular a temperatura corporal. Isto justifica a presença de animais ofegantes, porém, poucos de forma intensa (dois em média), independente do tratamento.

Os valores altos de TGN também justificam o aumento na FR, pois quadro de estresse moderado, já pode ser notado quando temperaturas de globo negro, iguais ou próximas a temperatura corporal são observadas, uma vez que dificultam as trocas térmicas por condução, convecção e radiação, e obrigam os animais a perder calor por evaporação (BARBOSA et al. 2004).

Houve efeito da interação tratamento x hora do dia ( $P < 0,0001$ ) para a variável temperatura de pelame (Tabela 2). No tratamento sem acesso à sombra, maiores valores foram às 13:00h. A redução na TPEL das 13:00h para os demais horários foi exatamente a mesma, 2,3°C (6,5%).

Tabela 2. Temperatura de superfície de pelame (TPEL) de novilhas Jersey, em três horários do dia, em pastagem de milho sem e com acesso à sombra.

Tratamentos	Horários do dia		
	8:00	13:00	18:00
	TPEL (°C)		
Sem Sombra	33,2 aB	35,5 aA	33,2 aB
Com Sombra	33,0 aA	30,1 bB	32,3 aA

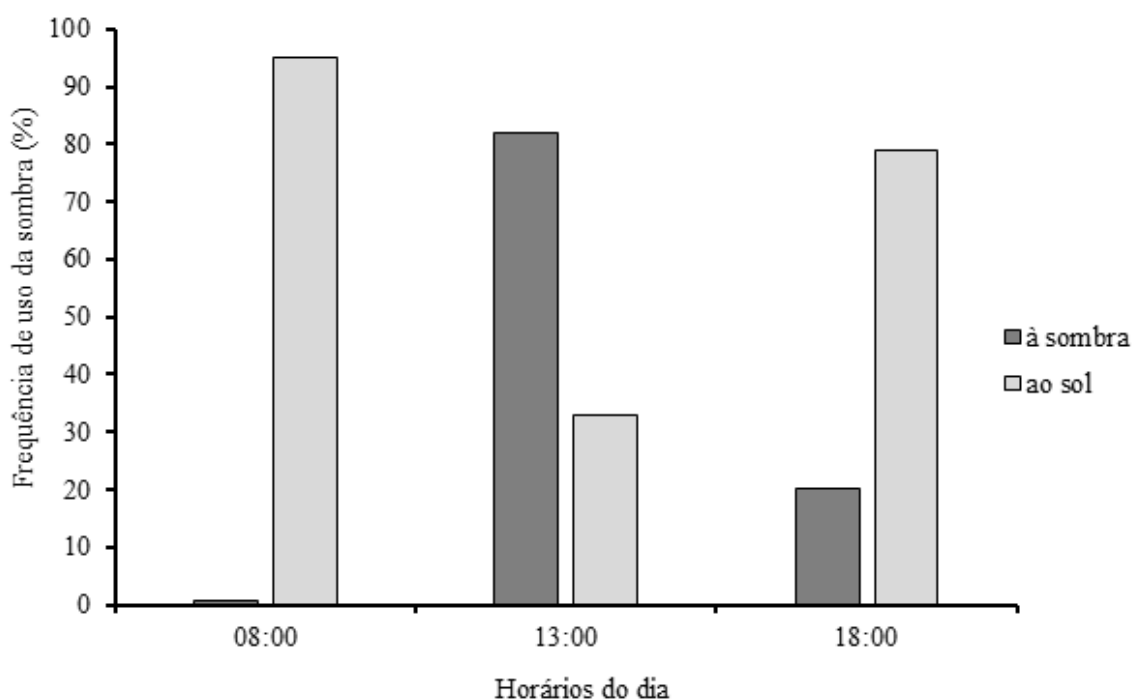
Valores com letras iguais, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Estes resultados ocorreram graças a constante exposição solar direta. Nestas condições, seguramente houve alta produção de calor metabólico, sendo a energia produzida levada à superfície da pele por condução, via corrente sanguínea, o que determinou a elevação na temperatura superficial do animal.

Tal mecanismo pode ser estratégia para proporcionar melhores trocas por evaporação, já que neste horário, o ar estava pouco saturado (UR = 47,7%) e a temperatura (TA) alta (35,3°C) que, aliada as altas temperaturas de pelame, proporcionou boas condições para eliminação de calor latente.

O tratamento com acesso à sombra, apresentou comportamento contrário, com valores superiores observados nos horários das 8:00h e 18:00h, não diferindo entre si. O fato de terem a possibilidade de buscar a sombra ao sentir o menor desconforto térmico, proporcionou explorarem da melhor forma este benefício, preferindo permanecer ao sol nos horários amenos (8:00h e 18:00h) e à sombra nos horários mais quentes (13:00h), como mostra a figura 2.

Figura 2. Frequência de uso da sombra, por novilhas Jersey, em pastagem de milho.



Houve diferença significativa entre tratamentos somente para o horário das 13:00h ( $P < 0,0001$ ), com maior valor de TPEL observado para os animais sem acesso a sombra (tabela II). Neste caso a vantagem do sombreamento nas horas mais quentes do dia fica evidente, dado que a redução na TPEL, do ambiente não sombreado para o sombreado no horário das 13:00h foi de 5,4°C (15,2%), valores superiores as demais, onde às 8:00h e às 18:00h reduziu 0,2°C e 0,9°C, respectivamente.

Os resultados devem-se a que, nas horas mais quentes do dia (13:00h), a necessidade de realizar as trocas por evaporação foi amenizada pelo microclima originado pela sombra, proporcionando melhor conforto térmico (Tabela 1).

Avaliando a eficiência de diferentes áreas ( $m^2$ ) de sombreamento artificial no bem-estar de novilhas cruzadas ½ Jersey ½ Holandês, criadas a pasto, Melace (2009), encontrou redução de 3,9°C (9,8%) na TPEL nos animais sem acesso à sombra em relação aos animais com ambiente sombreado de 8,0m<sup>2</sup>.

Silva et al. (2008), estudando a variação nas respostas fisiológicas de vacas da raça Holandesa manejadas em ambiente tropical, encontrou TPEL à sombra de 34,9°C e ao sol de 39,8°C, valores próximos, porém superiores aos deste trabalho nos respectivos ambientes.

Somente no horário das 13:00h, no tratamento sem acesso à sombra, é que os animais estavam em situação de estresse pelo calor, posto que, de acordo com Martello (2002), temperaturas de pelame na faixa de 31,6 a 34,7°C não caracterizam tal situação, sendo possível efetuar as trocas de calor usando as quatro vias (COLLIER et al., 2006).

O efeito das condições climáticas sobre as respostas fisiológicas dos animais pode ter influenciado de maneira direta seu ganho de peso. Nota-se na tabela 3 que no ambiente com acesso à sombra, o desempenho foi superior ao ambiente sem este benefício, havendo diferença significativa entre tratamentos ( $P = 0,0038$ ), com superioridade para o primeiro.

Tabela 3. Peso inicial, peso final e ganho médio diário (GMD), de novilhas Jersey, em pastagem de milheto sem e com acesso à sombra.

Tratamentos	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GMD (kg)
Sem Sombra	198,30 ± 27,5	204,10 ± 27,8	0,176 ± 0,135 b
Com Sombra	198,40 ± 29,8	212,20 ± 26,8	0,418 ± 0,187 a
Média	198,35 ± 28,7	208,15 ± 27,3	0,297 ± 0,161

Valores com letras iguais na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

Os animais com acesso à sombra ganharam 0,242kg/dia a mais que os animais sem acesso à sombra, superioridade em torno de 137,5%. Carvalho e Olivo (1996), trabalhando com novilhas leiteiras, observaram que os animais com acesso à sombra alcançaram ganhos de 0,250kg/dia acima dos sem acesso à sombra.

Como o animal atende suas exigências energéticas para a manutenção antes de direcioná-la para a produção (SCHÜTZ et al., 2010), e com o gasto de energia envolvido nos mecanismos de termorregulação, pouca energia sobrou para o desenvolvimento natural e satisfatório, justificando os baixos valores apresentados para os animais do tratamento sem acesso a sombra.

O mau desempenho em ganho de peso em novilhas leiteiras, pode ocasionar problemas



reprodutivos como atraso no peso e idade à puberdade e à primeira cobertura, gerando maior intervalo entre partos e prolongamento no tempo de recria destes animais, tornando maiores os custos de produção. De acordo com Chester-Jones e Linn (2006), a recria de novilhas em pastagens, se torna economicamente viável quando o produtor dispõe alimentação suplementar, água e proteção contra intempéries.

Mitloehner et al. (2002), verificaram que, novilhas com acesso a estruturas de sombra com 80% de proteção contra os raios solares apresentam maior ganho de peso e menor frequência respiratória. Ao avaliar o processo termorregulatório de novilhas leiteiras  $\frac{1}{2}$  Holandês  $\frac{1}{2}$  Jersey, Souza et al. (2010) notaram que frequência respiratória elevada por horas pode intervir no consumo de alimentos e ruminação, aumentar a temperatura endógena pela atividade muscular e redirecionar a energia dos processos metabólicos e produtivos.

Por fim, cabe ressaltar que os valores críticos de frequência respiratória e temperatura de superfície de pelame, devem ser reconsiderados quando utilizados para novilhas, uma vez que os efeitos do estresse térmico são mais acentuados em animais com alta taxa metabólica, como vacas em lactação.

## Conclusões

Novilhas da raça Jersey recriadas em pastagem, no verão, têm a frequência respiratória e a temperatura de superfície de pelame alteradas, porém a níveis de estresse moderados e de rápido reestabelecimento. No entanto, valores suficientes para prejudicar seu ganho de peso, quando não há sombra disponível.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Clima Temperado, pela concessão da bolsa através do convênio EMBRAPA-CAPES.

## Referências

- BARBOSA, L.S. **Uso de sombreamento sobre índices térmicos, respostas fisiológicas e desempenho de bezerras cruzadas  $\frac{1}{2}$  Holandês x  $\frac{1}{2}$  Jersey a pasto.** 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.
- BARBOSA, O.R.; BOZA, P.R.; SANTOS, G.T.; SAKAGUSHI, E.S.; RIBAS, N.P. 2004. Efeito da sombra e da aspersão e água na produção de leite de vacas da raça holandesa durante o verão. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v.25, n.1, p.115-122.
- BRETTAS, P. K. DE M., NASCIMENTO, M. R. B. DE M., GUIMARÃES, E. C., SOUZA, G. P. (2017). Most Appropriate Heat Stress Index for Half-blood Dairy Heifers. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.45, p.1-8.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. 1981. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort

equations for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-14.

CARVALHO, N.M.; OLIVO, C.J. 1996. Reações fisiológicas e ganho de peso corporal de novilhas leiteiras, mantidas ao sol e a sombra. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Brasília: SBZ, 1 CD-ROM.

CHESTER-JONES, H.; LINN, J. 2006. **Effect of nutrition and management of dairy heifers on resultant cow longevity**. University of Minnesota, Extension Service, 18p.

COELHO, R.B.; PAULA, M.O. DE; RAMIREZ, M.A.; CAETANO, S.P.; VIEIRA, D.F.D. 2013. Estudo de materiais alternativos empregados na confecção do termômetro de globo negro utilizado para cálculo de ITGU e CTR. Nota técnica - **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.21, n.6, p.597-604.

COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M.J. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaing, v.89, n.4, p.1244-1253.

CONCEIÇÃO, M.N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. 2008. 137p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

DU PREEZ, J.H. 2000. Parameters for the determination and evaluation of heat stress in dairy cattle in South Africa. **Journal of Veterinary Research**. v.67, p.263-271.

FAÇANHA, D.A.E.; FERREIRA, J.B.; LEITE, J.H.G.M.; GUILHERMINO, M. M.; VASCONCELOS, A. M.; COSTA, W. P. Milk Yield and physiological responses of Holstein cows in hot environment. **Acta Veterinaria Brasilica** (UFERSA), v.10, p.208-215, 2016.

MARTELLO, L.S. **Interação animal ambiente: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em free-stall**. 2006. 106 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Engenharia e Ciência dos Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MARTELLO, L.S. **Diferentes recursos de climatização e sua influência na produção de leite, na termorregulação dos animais e no investimento das instalações**. 2002. 98 f. Dissertação (Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MELLACE, M.E. **Eficiência da área de sombreamento artificial no bem-estar animal de novilhas leiteiras criadas a pasto**. 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MELO, E.C.; LOPES, D.C.; CORRÊA, P.C. 2004. GRAPSI - Programa computacional para o cálculo das propriedades psicrométricas do ar. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.2, p.145-154.

MITLOEHNER, F.M.; GALYEAN, M.L. AND MCGLONE, J.J. 2002. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behavior of heat-stressed feedlot heifers. **Journal of Animal Science**, n.80, p.2043–2050.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. 1988. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n.23, v.2, p.197-205.

MOREIRA, S.J.M.; CARVALHO, C.C.S.; SANTOS, L.V.; RUAS, J.R.M.; ANDRADEJÚNIOR, I.O. et al. Respostas fisiológicas e adaptabilidade de vacas  $\frac{3}{4}$  Holandês X Zebu ao clima do semiárido. **Boletim de Indústria Animal**, v.74, n.3, p.162-168, 2017.

NASCIMENTO, G.V.D., CARDOSO, E.D.A., BATISTA, N.L., SOUZA, B.B.D., CAMBUÍ, G.B. 2013. Indicadores produtivos, fisiológicos e comportamentais de vacas de leite. **Agropecuária Científica no Semiárido**. 9: 28-36.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; CRUZ, V.F.; SOUZA, S.R.L.; LIMA, K.A.O.; MENDES, A.S. 2009. Conforto térmico de bovinos leiteiros confinados em clima subtropical e mediterrâneo pela análise de parâmetros fisiológicos utilizando a teoria dos conjuntos fuzzy. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1492-1498.

REZENDE, S.R., MUNHOZ, S.K., NASCIMENTO, M.R.B.M., GUIMARÃES, J.L.N. Características de termorregulação em vacas leiteiras em ambiente tropical: revisão. **Veterinária Notícias**. 2016; v.21, n.1, p.18-29.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A.R.; POULOUIN, Y.A.; COX, N.R.; TUCKER, C.B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.1, p.125-133.

SCHÜTZ, K.E.; ROGERS, A.R.; NEIL, R.C.; TUCKER, C.B. 2009. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behavior, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.116, p. 28-34.

SILANIKOVE, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, p.1-18.

SILVA, I.M., PANDORFI, H., ALMEIDA, G.L.P., GUISELINI, C., CALDAS, A.M. Análise espacial das condições térmicas pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental – RBEAA**. 2012; v.16, n.8, p.903-909.

SILVA, L.L.G.G.; RESENDE, A.S.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; AZEVEDO, B.C.; VIEIRA, S.M.; COLOMBARI, A.A.; TORRES, A.Q.A.; MATTA, P.M.; PERIN, T.B.; MIRANDA, C.H.B.; FRANCO, A.A. 2008. **Conforto térmico para novilhas mestiças em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 25p. (Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 34).

SILVA, R.G.; MORAIS, D.A.E.F.; GUILHERMINO, M.M. 2007. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1192-1198, Suplemento.

SOUZA, B.B.; BATISTA, N.L. 2012. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista Agropecuária Científica do Semiárido**. v.8, n.3, p.06-10.

SOUZA, B.B.; SILVA, I.J.O.; MELLACE, E.M.; SANTOS, R.F.S.; ZOTTI, C.A.; GARCIA, P.R. 2010. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semiárido**. v.6, n.2, p.59

---

– 65.

SOUZA, S.R.L. **Análise do ambiente físico de vacas leiteiras alojadas em sistema de free stall**. 2003. 70f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2003.

STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. DO; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. 2008. **Solos do Rio Grande do Sul**. (2.ed. rev. e ampl). Porto Alegre: Emater-RS, 222p.