

AVALIAÇÃO DO AMBIENTE FÍSICO PROMOVIDO PELO SOMBREAMENTO SOBRE O PROCESSO TERMORREGULATÓRIO EM NOVILHAS LEITEIRAS

Bonifácio Benício de Souza

Professor Associado - Universidade Federal de Campina Grande –CSTR/UFCG, Bairro Santa Cecília, CEP: 58700-000, Telefone: (83) 3423.9713 Fax: (83) 3423.9537, Bolsista de Produtividade do CNPq, e-mail: bonifacio@pq.cnpq.br

Iran José de Oliveira Silva

Prof. Doutor, da Universidade de São Paulo – NUPEA/ESALQ/USP, Bolsista de Produtividade do CNPq.
E-mail: ijosilva@esalq.usp.br

Elisabete Maria Mellace

Pesquisadora do NUPEA/ESAL/USP, MS em Física do Ambiente Agrícola, e-mail: beteagro@yahoo.com.br

Rofson Falcão Siqueira Santos

Médico Veterinário, aluno do Mestrado em Física do Ambiente Agrícola – ESALQ/USP, e-mail: rofson@yahoo.com.br

Claiton André Zotti

Mestre em Zootecnia - Instituto de Zootecnia, e-mail: claiton@zootecnista.com.br

Paulo Rogério Garcia

Bolsista Pibic/CNPq, ESALQ/USP, e-mail: pauloabili@hotmail.com

RESUMO - Foram submetidas doze novilhas mestiças Holandesa/Jersey, em ambientes distintos: sombreado e não sombreado. Foram avaliadas as variáveis fisiológicas, temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR); Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e o Índice de tolerância ao calor (ITC). A TR, FR e o CTC, foram estudados em três momentos: 1- Antes do estresse; 2 - Logo após o estresse, e 3 - Uma hora após o término do estresse com os animais à sombra. As médias registradas para o índice de temperatura do globo negro (ITGU) e para a carga térmica radiante (CTR) ao sol e à sombra, às 13h:00min, foram: 83 e 75; 763,52 e 505,13 W/m², respectivamente. Houve efeito (P<0,05) do ambiente sem sombra sobre os parâmetros TR, FR e CTC, em relação ao ambiente com sombra. Para o ITC, a média registrada foi de 9,85. Concluiu-se que o ambiente físico sombreado reduziu em mais de 50% a carga térmica radiante, sendo por tanto indispensável às novilhas para manterem homeostase. Com relação aos testes, o CTC, apresentou-se bastante eficaz, enquanto o ITC, por não indicar o grau de estresse sofrido pelos animais, não se recomenda à utilização do mesmo isoladamente.

Palavras-chave: Estresse calórico. Sombra. Parâmetros fisiológicos.

EVALUATION OF THE PHYSICAL ENVIRONMENT PROMOTED BY THE SHADE ON THE THERMOREGULATORY PROCESS IN HEIFERS OF DAIRY BREED

ABSTRACT - Twelve Holstein/Jersey crossbred heifers were placed in two different environment conditions: one was a place with shade and other was a place without shade. Were evaluated these physiological parameters, rectal temperature and respiratory frequency; besides the heat tolerance coefficient (HTC) and the heat tolerance index (HTI). The rectal temperature, respiratory frequency and the heat tolerance coefficient were studied in three times: 1- Before the stress; 2- Immediately after the stress and 3- One hour after the stress with the animals in the shade. The registered means for the black globe temperature index and for the thermal radiant charge under the sun and in the shade, at 01:00 pm, were: 83 and 75; 763.52 and 505.13 W/m², respectively. There was effect of the place without shade on the rectal temperature, respiratory frequency and heat tolerance coefficient, when compared with the place with shade. About the heat tolerance index, the registered mean was 9.85. It concluded that the physical environment with shade decreased in more than 50% the radiant thermic charge, therefore it is essential to the heifers to maintain the homeostase. About the

tests, the HTC presented so effective, as while the HTI, for not indicate the level of stress suffered by the animals, it is not recommended to use it isolated.

Keywords: Heat stress. Shade. Physiological parameters.

INTRODUÇÃO

Os efeitos da radiação solar afetam o bem-estar dos animais com consequentes perdas econômicas. Tucker et al. (2008) registraram aumento linear no uso de sombra por vacas leiteiras, com o aumento da radiação solar de 48 para 532 W/m². No Brasil, vários autores registraram radiação bem mais elevada (GOMES et al., 2008; ABREU et al., 2007).

A baixa adaptação de raças bovinas especializadas para produção leiteira, selecionadas em regiões temperadas, às condições de clima e de manejo prevalentes em regiões tropicais, constitui um dos maiores problemas na produtividade do rebanho em algumas regiões brasileiras (LEME et al., 2005). Sabe-se ainda que dentre os fatores que afetam negativamente a produção de vacas de alta produção leiteira, o estresse por calor é tido como um dos principais (KADZERE et al. 2002; SOUZA et al. 2007). Uma alternativa utilizada para evitar ou amenizar o estresse térmico causado pela radiação solar é o uso de sombreamento, que diminui a incidência da radiação direta, beneficiando o conforto térmico, favorecendo o controle homeotérmico e o comportamento de pastejo (GLASER, 2008; TITTO, 2006). O sistema de produção de leite a pasto está em expansão no Brasil, por ser um sistema em que os custos são sensivelmente reduzidos quando se consegue manter os rebanhos produtivos à base de pastagem, utilizando-se recursos forrageiros de boa qualidade (SILVA et al. 2008).

Considerando a diversidade climática do país e que a pecuária leiteira estar presente em mais de 80% dos municípios do Brasil, impõem a necessidade de estudos regionalizados (OLIVEIRA et al., 2007). De acordo com Rangel et al. (2008) o Brasil é o sexto maior produtor de leite, com produção anual de aproximadamente 24,6 bilhões de litros. Esta produção poderá ser aumentada, através da escolha certa da raça para cada região do país e à adequação correta dos sistemas de produção e melhorias no ambiente de criação.

Para avaliar a tolerância dos animais ao calor, um dos testes de campo que vem sendo utilizado com frequência por diversos autores (TITTO et al., 2006; SOUZA et al., 2007; VERÍSSIMO, 2008) é o Índice de Tolerância ao Calor (ITC). Porém, este teste baseia-se apenas na capacidade de dissipação de calor. Assim, o emprego de mais um teste que avalie o nível de estresse provocado pela radiação solar direta, contribuirá para a obtenção de conhecimentos mais seguros, para tomada de decisão mais acertada, concernente à adequação das instalações e do manejo dos animais nas regiões tropicais. Visando evitar ou amenizar os efeitos negativos do

ambiente sobre os animais, com conseqüente melhoria no bem-estar dos mesmos e incremento da produção. Um dos testes de avaliação de tolerância ao calor, que pode atender este requisito é o teste de Benezra (CTC), porque incorpora ao coeficiente de tolerância as respostas fisiológicas, temperatura corporal e a frequência respiratória (MARTINS JÚNIOR et al., 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar, através de diferentes testes de tolerância ao calor, o efeito do ambiente físico promovido pelo sombreamento, sobre as respostas termorregulatórias de novilhas de raças leiteiras mestiças (Holandesa/Jersey), antes e após exposição direta à radiação solar, em Piracicaba - SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA) do Departamento de Engenharia Rural (LER) da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), localizado no Sudeste do Brasil, coordenadas: Latitude: 22° 42' 30" sul - Longitude de 47° 38' 00" oeste, altitude de 546 metros, Piracicaba/SP – Brasil.

Foram utilizadas 12 novilhas mestiças Holandesas/Jersey com peso médio de 285 kg, pertencentes ao Departamento de Zootecnia, da ESALQ/USP, criadas a pasto, distribuídas num delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos com 12 repetições.

Os tratamentos consistiram na avaliação das respostas fisiológicas dos animais em diferentes condições de conforto térmico: 1) Antes do estresse; 2) Logo após estresse provocado pela radiação direta e 3) Uma hora após do término da exposição à radiação solar direta. Através dos parâmetros temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR) e dos testes: 1) Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e 2) Índice de tolerância ao calor (ITC).

As novilhas foram mantidas no pasto até às 10:00 horas, quando eram conduzidas ao estábulo, onde permaneciam por um período de duas horas (10:00 às 12:00 horas), em seguida mensurava-se a TR (1) e a FR (1); logo após eram submetidas à radiação solar direta durante uma hora (13:00 às 14:00 horas) sendo posteriormente reconduzidas à sombra, e imediatamente mensurava-se a TR (2) e a FR (2) onde permaneciam por igual período de tempo (14:00 às 15:00 horas), no final deste período à sombra eram novamente registradas a TR (3) e a FR (3), durante um período de 3 dias de total ausência de nebulosidade. Durante a realização do teste os animais permaneceram em jejum e sem acesso à água.

A FR foi obtida através da observação visual dos movimentos do flanco durante 15 segundos e o resultado multiplicado por quatro, e expresso em movimento por minuto (mov/min). A TR foi determinada através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44 °C, diretamente no reto do animal, por um período de dois minutos. Os resultados do teste de Benezra foram obtidos pela fórmula: $CTC = TR/38,33 + FR/23$.

O registro das variáveis ambientais: temperatura do ar (TA), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (Tg), através de HOB0[®] tipo datalogger, com 2 canais externos e 2 internos, sendo o canal externo utilizado para acoplar um cabo termopar com globo para efetuar as medições da temperatura de globo negro. Instalados ao sol e à sombra. Os valores da velocidade do vento (Vv) e da temperatura do ponto de orvalho (TPO) foram obtidos através do posto meteorológico da ESALQ-USP.

Com os valores obtidos foram determinados os índices de conforto térmico: Carga térmica radiante (CTR)

e o Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) de acordo com as fórmulas seguintes:

$$1) CTR = \sigma \cdot TRM^4 \text{ (BAÊTA; SOUZA, 1997)}$$

$$2) ITGU = Tg + 0,36(Tpo) + 41,5 \text{ (BUFFINGTON et al., 1981).}$$

A análise de variância foi realizada utilizando-se do Programa de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG, 1993) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das variáveis ambientais registradas durante o período experimental encontram-se na Tabela 1.

A temperatura de bulbo seco variou de 25,63 para 26,6 °C, no período das doze às quatorze horas. Para as temperaturas de globo negro, ITGU e CTR registradas no sol e na sombra, as maiores médias foram alcançadas às 13:00 horas, no momento da finalização da exposição dos animais à radiação solar direta, caracterizando assim a condição ideal para a realização dos testes aplicados (Figura 1).

Tabela 1. Médias das variáveis climáticas, temperaturas de bulbo seco (TBS), globo negro (TGN), ponto de orvalho (Tpo), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR) no sol e na sombra.

VARIÁVEIS	Ambiente de Sombra			Ambiente de Sol		
	Horários (h)			Horários (h)		
	12:00	13:00	14:00	12:00	13:00	14:00
TBS (°C)	25,63	26,50	26,60	-	-	-
TGN (°C)	27,00	28,00	29,00	35,00	36,00	35,00
TPO (°C)	15,00	15,00	14,00	15,00	15,00	14,00
ITGU	74	75	75	82	83	82
CTR (W/m ²)	493,39	505,13	530,21	738,34	763,52	719,23

No ambiente de sol os valores do ITGU e da CTR, foram superiores aos registrados à sombra em 10,66% e 51%, respectivamente. O que significa um importante efeito do sombreamento com redução de 51% da carga térmica radiante sobre os animais, resultados até superiores ao limite máximo apresentado por Silanikove, (2000) que preconiza uma redução de 30 a 50% com o sombreamento.

A CTR, registrada às 13:00 h, (763,52 W/m²) foi superior às registradas pelos autores Gomes et al. (2008) e Abreu et al. (2007), 632 W/m² e 750 W/m², respectivamente. Observou-se que no ambiente sem sombra a CTR foi mais elevada às 13:00 horas, em relação aos registrados às 12:00 e 14:00 horas, já no ambiente de sombra o valor mais elevado foi observado às 14:00 horas, o que se explica através da condutividade e capacidade térmica do material da cobertura. Pois, a condutividade define o fluxo de calor através de um determinado material na unidade de tempo, por unidade de espessura, de área do material e do gradiente de temperatura. Dessa forma o aumento da CTR na parte superior do telhado não

é notado instantaneamente na face interna (BAÊTA; SOUZA, 1997).

Os valores de ITGU, registrados demonstram que o ambiente de sombra pode ser considerado de conforto e o sem sombra, de estresse perigoso. Segundo BAÊTA (1985) estudos realizados pelo National Weather Service - USA, constataram que valores de ITGU até 74 definem situação de conforto para os bovinos; de 74 a 78, situação de alerta; de 79 a 84, situação perigosa, e acima de 84, emergência, para vacas leiteiras.

A correlação do ITGU com a CTR, está demonstrada na Figura 1. O que deixou clara a importância da utilização desse índice nos experimentos de campo. Considerando o aumento no ambiente de sol em relação ao de sombra, de 10,66% e 51%, respectivamente, implica em dizer que para o aumento de 1% na CTR, correspondeu uma elevação de 0,2% no ITGU. Resultados que confirma de Alessandro et al. (2004) que no período compreendido entre 8h:30min até 15h:30min, não verificaram diferença no comportamento de variações entre o ITGU e a CTR em instalações de vacas leiteiras.

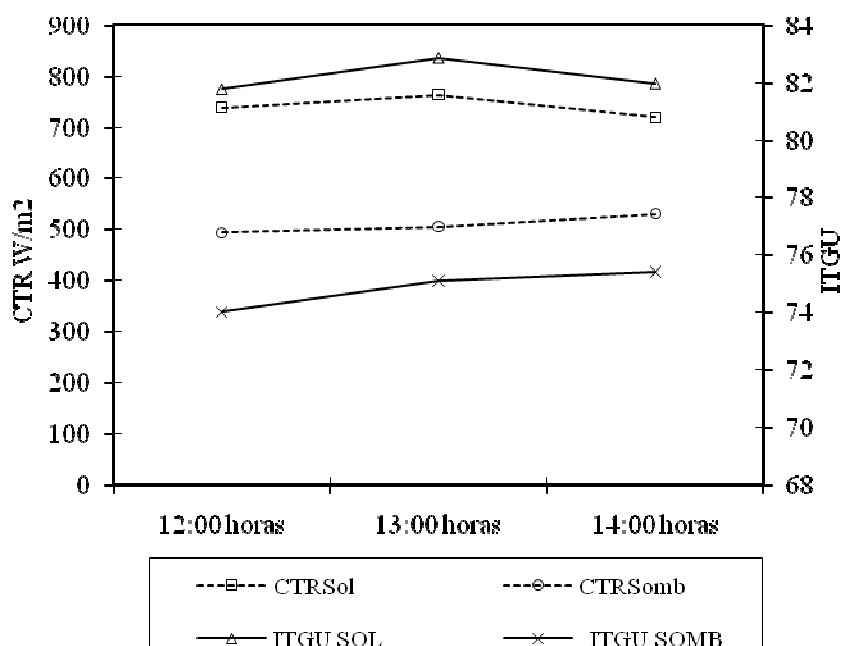


Figura 1. Carga térmica radiante no sol (CTRSol) e na sombra (CTRSomb) Índice de temperatura do globo negro e umidade sol (ITGUSol) e sombra (ITGUSomb)

As médias da temperatura retal (TR) e da frequência respiratória (FR) registradas antes, logo após e uma hora depois da exposição das novilhas ao estresse calórico agudo sob a radiação solar direta, encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias dos parâmetros, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) de novilhas submetidas a estresse por calor em Piracicaba SP.

Condição de conforto	TR °C	FR (mov/min)
Antes do estresse	39,12b	65b
Logo após o estresse	39,54a	94a
Uma hora após o estresse	39,25b	61b
CV (%)	0,47	12,83

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A análise de variância revelou efeito significativo (P<0,05) do estresse provocado pela exposição à radiação, apresentando aumento significativo (P<0,05) das médias da TR e FR, em relação à condição de conforto antes e uma hora após a exposição ao estresse.

Os resultados registrados antes e após o estresse corroboram com Martelo et al. (2004) que registraram TR de 39,1 °C e FR de 68 mov/min, para vacas holandesas da categoria primípara, sob condições ambientais de ITGU variando de 77 a 77,8.

Com a exposição à radiação solar, houve um aumento na FR de 44,6% e de 1,06% na TR, resultados que assemelham-se aos registrados por Nonaka et al. (2008) que submetendo novilhas da raça holandesa a temperaturas de: 20 e 33 °C, registraram, aumento na TR de 38,9 para 40,1 °C e na FR de 32,8 para 90,5 mov/min.

Na medida em que a temperatura ambiente aumenta a eficiência da perda de calor sensível diminui, em razão do menor gradiente de temperatura entre a pele do animal e a do ambiente. Nessa situação, o animal pode até certo ponto manter a temperatura corporal por meio da vasodilatação, que aumenta o fluxo sanguíneo periférico e a temperatura da pele; no entanto, se a temperatura ambiente continuar a subir, o animal passa a depender da perda de calor por evaporação através da respiração e ou sudorese. Essa capacidade de perda de calor está relacionada com o gradiente térmico entre a temperatura superficial e a do meio (SOUZA et al., 2005; SOUZA et al., 2007).

Considerando que os animais foram avaliados antes e logo após a exposição à radiação solar, ficou claro que a alteração provocada nas respostas fisiológicas TR e

FR, que passaram de 39,12 para 39,54 °C e de 65 para 94 mov/min, respectivamente, foi provocada pela radiação solar direta, tendo em vista que após o retorno dos animais ao ambiente inicial, e permanecerem por igual período de tempo a que foram expostos à radiação, as médias das variáveis TR e FR, voltaram ao patamar inicial.

Silanikove (2000) caracteriza o estresse calórico com base na FR da seguinte forma: FR de 40-60; 60-80; 80-120; e acima de 150 mov/min, o estresse é considerado, baixo, médio, médio alto, alto e severo, respectivamente, para bovinos. Com base nessa classificação, os animais sofreram um estresse alto, quando submetidos à radiação solar direta por um período de uma hora.

O ambiente físico promovido pelo sombreamento, apresentou uma redução de 10,66% e 51%, para os valores do ITGU e da CTR, respectivamente, em relação ao ambiente sem sombra. Resultados que concordam com Silanikove (2000) que afirma que a carga térmica radiante que afeta diretamente os animais pode ser reduzida com o sombreamento, em 30 a 50%.

Para atenuar eficientemente o ambiente físico de um animal através de abrigos ou outras modificações ambientais, devem ser consideradas as modificações de um ou mais dos seguintes fatores: temperatura e/ou emissividade do seu entorno; temperatura do ar; velocidade do vento; pressão de vapor; fatores de radiação ou sombra e a condutividade das superfícies com as quais o animal tem contato (GLASER, 2008).

Nesta pesquisa ficou demonstrada a eficiência da sombra utilizada na mudança do ambiente térmico para os animais, bem como a confirmação da eficácia desses parâmetros TR e FR para indicação do estado de conforto térmico no qual o animal se encontra, resultados corroboram com os autores (ABI SAAB; SLEIMAN, 1995; SILANIKOVE, 2000; KADZERE et al., 2002;

NONAKA et al., 2008; TUCKER et al., 2008; SOUZA et al., 2008).

Para Abi Saab e Sleiman (1995), os critérios de tolerância e adaptação dos animais são determinados principalmente através da frequência respiratória e temperatura corporal. Fato confirmado nessa pesquisa, pois a correlação dessas variáveis demonstrou a importância de utilização de ambas, para avaliação do efeito do ambiente, sobre a termorregulação das novilhas. À medida que a temperatura ambiente aumenta, a eficiência das perdas de calor sensível diminui e aumenta a insensível (SOUZA et al., 2008).

Os resultados referentes ao CTC, encontram-se na Tabela 3. A análise de variância demonstrou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, tendo o resultado do teste aplicado logo após a exposição à radiação solar direta, superando ($P < 0,05$) os obtidos antes e uma hora após a exposição. Todavia, não se verificou diferença significativa ($P > 0,5$) entre estes.

Com a exposição dos animais à radiação solar direta houve uma elevação no valor do CTC, de 39% e redução de 35%, quando os animais retornaram à condição inicial (sombra), uma hora após a exposição. Resultados compatíveis com os observados, para os parâmetros TR e FR, quando avaliados isoladamente, Tabela 2.

O resfriamento evaporativo ocorre no trato respiratório superior tendo bastante importância no processo de dissipação de calor em condições ambientais de temperaturas elevadas. Como o aumento da FR em condições de temperaturas elevadas começa mesmo antes que haja aumento da temperatura do sangue que supre o cérebro, evidencia a relevante importância dessa variável em resposta a um estresse térmico e sua alta correlação com o CTC, contribui para a eficácia do presente teste.

Tabela 3. Resultados do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) antes, logo após e uma hora depois da exposição dos animais a radiação solar direta.

Tratamentos	CTC-Benezra
Antes da exposição ao sol	3,68b
Logo após a exposição ao sol	5,13a
Uma hora após a exposição ao sol	3,80b
CV (%)	9,7

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

O resultado do CTC igual a 5,13, logo após a exposição à radiação solar direta, pode ser considerado um estresse alto, considerando que o ideal seria igual a 2.

Os resultados do teste de tolerância ao calor (ITC) encontram-se na tabela 4.

A média obtida (9,85) no teste é considerada alta, quando comparada com os resultados obtidos por Santos et al. (2003) que trabalhando com vacas da raça Pardo-Suíça de diferentes graus de sangue: mestiças, 31/32 e PO, registraram ITC médio de 9,73, no Semi-Árido. Inclusive

superior ao valor registrado por Souza et al. (2007) de 9,83, para novilhas Sindi, raça zebuína de reconhecida adaptabilidade aos ambientes quentes.

Contudo, não se devem comparar apenas os valores do ITC, pois é necessário confrontar também os índices de conforto térmico registrados para cada pesquisa, pois nesta o ITGU foi igual 83, enquanto que nas avaliações das raças Pardo Suíça e Sindi, foram realizadas no Semi-árido com ITGU superior a 97,6, uma diferença de 14,6 unidades de ITGU ou seja, uma

diferença entre os índices de 17,6%, desta forma não é possível tirar conclusões de maior ou menor grau de tolerância ao calor sem levar em consideração o nível de

estresse a que os animais foram submetidos, em cada pesquisa.

Tabela 4. Resultados do índice de tolerância ao calor (ITC) de novilhas mestiças de raças leiteiras (Holandesas/Jersey).

Animal	Repetição	TR3	TR1	TR3-TR1	ITC
1743	1	39,17	39,03	0,13	9,87
1739	2	39,30	39,10	0,20	9,80
1725	3	39,13	39,20	-0,07	10,07
1734	4	39,13	39,00	0,13	9,87
1766	5	38,93	39,10	-0,17	10,17
1756	6	39,13	39,90	0,23	9,77
1768	7	39,50	39,20	0,30	9,70
1780	8	39,73	39,33	0,40	9,60
4323	9	39,37	38,93	0,43	9,57
4330	10	39,13	39,17	-0,03	10,03
4060	11	39,17	39,17	0,00	10,00
4328	12	39,47	39,27	0,15	9,80
Média		39,26	39,12	0,15	9,85

Embora o ITC, tenha sido utilizado com bastante frequência para a avaliação da tolerância dos ruminantes (SANTOS et al., 2003; TITTO, 2006; SOUZA et al., 2007; 2008), com esta pesquisa fica demonstrado que o uso apenas desse teste, pode ser ineficaz para conclusões consistentes, tendo em vista a lacuna deixada pelo mesmo, referente ao nível de estresse sofrido pelo animal. Porque mesmo o animal tendo a capacidade de dissipar o calor adquirido pela radiação direta, quando é reconduzido à sombra não é revelado o grau de estresse sofrido, nem os meios utilizados para retornar a homeostase, principalmente a quantificação da FR, variável de elevada importância na identificação do estresse calórico. Assim com o ITC, corre-se o risco de superestimar a capacidade de tolerância animal ao calor e subestimar o efeito do ambiente físico de conforto térmico promovido pelo sombreamento. Deixando também sem explicação o grau de estresse provocado pela radiação, informações a respeito da utilização dos mecanismos termorregulatórios, não permitindo uma estimativa do desgaste energético para o mesmo alcançar o equilíbrio térmico.

Neste estudo ficou caracterizado que as novilhas, sofreram um estresse térmico alto, de acordo com Silanikove (2000), o que provavelmente teve um custo energético alto também para retornarem a homeostase, pois tiveram um aumento de 46% na FR.

A frequência respiratória alta é uma forma eficiente de perda de calor por período curto, mas quando mantida por várias horas, poderá resultar em sérios problemas para os animais. A respiração acelerada e contínua pode 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. A temperatura corporal é o resultado do equilíbrio entre energia térmica produzida e energia térmica dissipada. Um aumento na TR significa

que o animal está estocando calor, e se este não é dissipado, o estresse calórico manifesta-se. Dessa forma, mesmo os animais que têm uma boa capacidade morfofisiológica para dissipar calor, necessitam de sombra natural ou artificial para se protegerem da radiação solar direta, principalmente em regiões tropicais.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que o ambiente físico sombreado apresenta uma redução em mais de 50% da carga térmica radiante, sendo portanto, indispensável às novilhas para manterem a homeotermia;

O Coeficiente de tolerância ao calor (CTC), apresenta-se eficaz, com alta correlação com a frequência respiratória, sendo recomendado para o estudo de avaliação de tolerância ao calor;

O Índice de tolerância ao Calor (ITC), por não indicar o grau de estresse sofrido pelos animais, não se recomenda à utilização do mesmo isoladamente;

O provimento de sombras para os bovinos de raças leiteiras, independente do estágio fisiológico ou categoria animal, é imprescindível, para garantir o bem-estar, o conforto térmico e maior produtividade.

REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, S.; SLEIMAN, F.T. Physiological responses to stress of filial crosses compared to local Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, v.16, n.1, p.55-59, 1995.
- ABREU, P.G. et al. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. *Arquivos Brasileiro Medicina de Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.4, p.1014-1020, 2007.

- 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 (PhD.) - University Missouri, Columbia, 1985.
- BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico.** Viçosa: UFV, 1997. 246p.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CAMPOS, A.T. et al. Caracterização do microambiente em secção transversal de um galpão do tipo “free-stall” orientado na direção norte-sul. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.1, p.1-8, 2004.
- GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão.** 2008. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP) Pirassununga, 2008.
- GOMES, C.A.V. et al. Efeito do ambiente térmico e níveis de suplementação nos parâmetros fisiológicos de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.12, n.2, p.213–219, 2008.
- KADZERE, C.T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v.77, n.1, p.59-91, 2002.
- LEME, T.M.S.P. et al. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.668-675, 2005.
- MARTELLO, L.S. et al. Respostas Fisiológicas e Produtivas de Vacas Holandesas em Lactação Submetidas a Diferentes Ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- MARTINS JÚNIOR, L.M., et al. Adaptabilidade de caprinos boer e anglo-nubiana às condições climáticas do meio-norte do Brasil. **Archivos de zootecnia**, v.56, n.214, p.103-113, 2007.
- NONAKA, I. et al. Effects of high environmental temperatures on physiological and nutritional status of prepubertal Holstein heifers. **Livestock Science**, v.113, n.1, p.14-23, 2008.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.507-516, 2007.
- RANGEL, et al. Produção, composição do leite concentração de nitrogênio uréico no soro de vacas alimentadas com cana-de-açúcar corrigida. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.6-11, 2008.
- SANTOS, F.C.B. et al. Avaliação da adaptabilidade de bovinos da raça Pardo-Suiça ao clima semi-árido. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria RS. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003, CD-ROM.
- SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v.67, n.1, p.1-18, 2000.
- SILVA, H.A. et al. Análise da viabilidade econômica da produção de leite a pasto e com suplementos na região dos Campos Gerais – Paraná. **Ciência Rural**, v.38, n.2, p.445-450, 2008.
- SILVA, R.G. Um Modelo para a Determinação do Equilíbrio Térmico de Bovinos em Ambientes Tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1244-1252, 2000.
- SISTEMA DE ANÁLISES ESTATÍSTICAS E GENÉTICAS. **SAEG**. Viçosa: UFV, 1993.
- SOUZA, B.B. et al. Parâmetros fisiológicos e índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindí no semi-árido paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.3, p.883-888, 2007.
- SOUZA, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.1, p.275-280, 2008.
- SOUZA, E.D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semi-árido. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.177-184, 2005.
- TITTO, C.G. **Comportamento de touros da raça Simental a pasto com recursos de sombra e tolerância ao calor.** 2006. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga.
- TUCKER, C.B. et al. Effect of solar radiation on dairy cattle behavior, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v.109, n.1, p.141-154, 2008.
- VERISSÍMO, C.J. **Tolerância ao calor em ovelhas de raças de corte lanadas e deslanadas no sudeste do Brasil.** 2008. 49 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo (USP), Pirassununga, 2008.