

## CORRELAÇÕES TÉRMICAS DE ESPAÇOS SOMBREADOS E NÃO SOMBREADOS

CARLOS AUGUSTO DE PAIVA SAMPAIO<sup>1</sup>, RODRIGO FIGUEIREDO TEREZO<sup>2</sup>,  
LEONARDO DE BRITO ANDRADE<sup>3</sup>, BRAION SCHOROETER<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheiro Agrícola. Professor Associado do Departamento de Agronomia/CAV-UDESC – [carlos.sampaio@udesc.br](mailto:carlos.sampaio@udesc.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Civil. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal/CAV-UDESC. [rodrigo.terezo@udesc.br](mailto:rodrigo.terezo@udesc.br)

<sup>3</sup>Engenheiro Civil. Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Rural/CCA - UFSC. [leonardo.andrade@ufsc.br](mailto:leonardo.andrade@ufsc.br)

<sup>4</sup>Acadêmico de Engenharia Florestal. Bolsista do CAV/UDESC. [bscho@gmail.com](mailto:bscho@gmail.com)

Apresentado no  
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016  
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

**RESUMO:** Objetivou-se este trabalho avaliar, em condições de verão, as características térmicas de espaços formados por grama e sombra, grama sem sombra e cascalho e o conforto térmico da sombra produzida por árvores de *Eucalyptos sp*, *Pinus taeda* e *Araucária angustifolia*, de grande interesse para a pecuária leiteira. Para isso foram medidos o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Temperatura Radiante Média (TRM), Carga Térmica de Radiação (CTR), Entalpia (H) e Temperatura de Globo Negro (Tgn) a 150 cm de altura do chão e as temperaturas a 5 cm e a 10cm de profundidade para validação dos espaços citados. Os resultados mostraram que o sombreamento produzido por árvores de eucalipto, pinus e araucária apresentaram diferenças estatísticas para os índices H e Tgn. A sombra produzida pela araucária mostrou-se de qualidade térmica inferior pelo índice Tgn. Os espaços cascalho e grama sem sombra não apresentaram diferenças estatísticas para os índices térmicos. O espaço grama com sombra reduziu a CTR em até 30% e o Tgn em até 7 °C em relação aos outros dois. O espaço cascalho apresentou as temperaturas mais elevadas a 5 cm e a 10 cm de profundidade, o que determinou em altos valores de CTR.

**PALAVRAS-CHAVE:** fatores ambientais, sombra, interações térmicas

### THERMAL CORRELATIONS OF SHADED AND NO SHADED SPACES

**ABSTRACT:** The objective of this work to evaluate, in summer conditions, the thermal characteristics of spaces formed by shaded grass, grass without shadow and gravel and the thermal comfort of the shadow produced by trees of *Eucalyptus sp*, *Pinus taeda* and *Araucaria angustifolia* of greater interest to dairy farming. For this, were measured the Temperature and Humidity Index (THI), Medium Radiant Temperature (MRT), Thermal Load of Radiation (TLR), Enthalpy (H), Black Globe Temperature (BGT) at 150 cm high of the floor and the temperatures at 5 cm and 10 cm depth for validation of ground listed. The results showed that the shading produced by eucalyptus trees, pine and Araucaria presented statistical differences for the indices H and Tgn. The shadow produced by the Araucaria thermal quality proved to be lower by index Tgn. The gravel and grass without shadow ground no presented statistical differences for thermal indexes. The shaded grass reduced the TLR in until 30% and the Tgn in until 7 oC in compared wiht grass without shadow and gravel. The gravel ground presented the highest temperatures at 5 cm and 10 cm of depth, which determined the high values of TLR.

**KEYWORDS:** environmental factors, shadow, thermal interactions

## INTRODUÇÃO

Em prática extensiva de produção de animais, ainda persistem dúvidas a respeito da utilidade de sombra, seja natural ou artificial. Sua análise é difícil, pois envolve grande número de variáveis e diversidade. Entretanto, conhecimento e investimento em microclima que minimize os danos térmicos e conseqüentemente econômicos, são tomadas de decisão importantes.

Segundo DEITENBACH et al., (2008), bovinos criados no clima tropical brasileiro, principalmente a pasto, permanecem expostos ao sol e a outras intempéries por várias horas ao dia, o que favorece a um estado de estresse. SCHÜTZ et al. (2009) relatam que o bovino necessita de ambiente que propicie as condições mínimas para a sua produção principalmente os mais especializados, e são capazes de perceber pequenas alterações das variáveis climáticas, ao ponto de permanecerem mais tempo à sombra nos momentos mais quentes do dia. SALLA et al. (2009) mostraram que a frequência respiratória, temperatura de superfície corporal e taxa de sudação de animais submetidos à sombra estiveram mais próximos às condições fisiológicas normais aceitáveis para a espécie bovina.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar, em condições de verão, os ambientes formado por grama sombreada, grama a sol e cascalho ao sol e sombras provenientes de *Eucalyptos sp*, *Pinus taeda* e *Araucária angustifolia*, correlacionando os índices térmicos Temperatura de Globo Negro (Tgn), de Temperatura e Umidade (THI), de Temperatura de globo e Umidade (ITGU), Carga Térmica de Radiação (CTR), Entalpia (H).

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) em Lages/SC, localizado no Sul do Brasil e com as seguintes coordenadas: latitude de 27°49' sul, longitude de 50°20' oeste e altitude de 940 m. O clima predominante da região, de acordo com KÖPPEN é Cfb (mesotérmico constantemente úmido com verão brando), com períodos chuvosos principalmente no verão. A região apresenta verão brando a quente (novembro a março), caracterizado por chuva bem distribuída, umidade relativa média de 77% e temperatura média máxima de 27°C e frio no período de inverno (maio a agosto), predominando ventos frios, chuvas com certa frequência, umidade relativa média em torno de 82% e temperatura média em torno de 14°C.

Foram avaliados os seguintes espaços: Trato E1 = solo com grama sombreada por eucalipto formando pequeno bosque; Trato E2 = solo com grama ao sol, desprovida de sombra de eucalipto; Trato P1 = solo com grama sombreada por pinus, árvore isolada; Trato A1 = solo com grama sombreada por araucária, árvore isolada; Trato CASC = cascalho ao sol. Os índices avaliados foram: THI (THOM, 1958), ITGU (BUFFINGTON et al., 1981), CTR (ESMAY, 1982), H e TGN a 1,5 m de altura, com as medidas compreendendo 15 dias não consecutivos em dezembro/2011 e para verificação do sombreamento produzida pelas árvores (eucalipto, pinus e araucária), em dez dias não consecutivos de janeiro/2013, tomadas entre 8 e 18 h. Foi utilizado o delineamento em blocos (horários) com as repetições de acordo com os dias de medidas. Empregou-se à análise de variância pelo teste F e o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela tabela 1, nota-se variação de 8 e 13 unidades para THI e ITGU, respectivamente e que a grama sombreada foi o que proporcionou as melhores condições. Constatou-se redução de 30% na CTR nos horários mais quentes no espaço grama sombreada, ou seja, 648,54, 502,41 e 649,72 W.m<sup>-2</sup>, correspondendo ao espaço CASC, grama sombreada e grama ao sol,

respectivamente, acordando com NAVARINI et al. (2009), SOUZA et al. (2010) e RODRIGUES et al. (2010). O ambiente grama ao sol foi termicamente inferior pelo índice THI ao ambiente CASC, entretanto nas horas mais quentes apresentou CTR inferior. Verificam-se diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos para os índices avaliados, principalmente nos horários de maior radiação solar.

TABELA 1. Síntese do teste de médias para as variáveis THI, ITGU e CTR nos espaços grama sombreada (E1), grama ao sol (E2) e CASC.

Horários	THI			CTR			ITGU		
	Casc	E1	E2	Casc	E1	E2	Casc	E1	E2
1 : 8:00	65a	65a	65a	475,1b	434,6a	459,9ab	68b	66a	67b
2 : 9:00	66a	66a	66a	506,1b	444,1a	510,4b	70b	67a	71b
3 : 10:00	67a	67a	68b	545,5b	465,5a	549,9b	73b	69a	74b
4 : 11:00	69a	69a	70b	576,6b	479,2a	576,0b	77b	71a	76b
5 : 12:00	70a	70a	71b	621,8b	478,1a	600,4b	78b	72a	78b
6 : 13:00	72ab	72a	72b	641,3c	501,4a	606,9b	79b	73a	78b
7 : 14:00	73b	72a	74c	648,5c	500,5a	591,1b	80b	73a	79b
8 : 15:00	74b	73a	74b	641,3b	502,4a	649,7b	81b	75a	82b
9 : 16:00	74b	73a	74b	641,5b	500,7a	624,9b	80b	74a	80b
10: 17:00	71a	71a	72a	590,2b	463,8a	573,9b	76b	71a	76b
11: 18:00	71b	70a	71ab	604,7c	451,3a	574,9b	77b	70a	75b

Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos gráficos a seguir, nota-se que o índice TGN apresentou uma redução de até 7 °C no espaço grama sombreada em comparação aos outros. Utilizando-se como referência entalpia de 72 kJ.kg<sup>-1</sup>, o espaço grama sombreada foi o mais adequado.

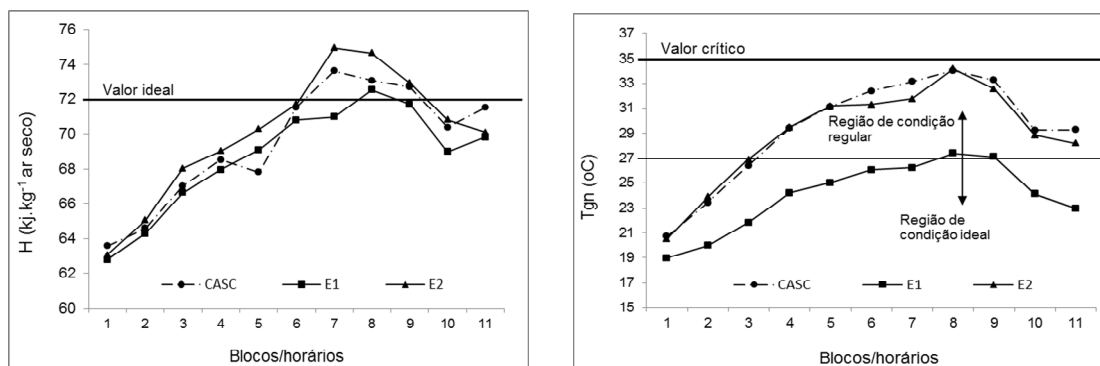


FIGURA 1. Entalpia e CTR para CASC, grama sombreada (E1) e grama ao sol (E2).

A correlação para os horários de maior calor no ambiente CASC em relação ao de grama com sombra foi de 12,7% e 30% para ITGU e CTR, respectivamente, implicando que um aumento de 1% na CTR foi responsável numa elevação em 0,4% no ITGU, resultados semelhantes foram obtidos por SOUZA et al. (2010). As temperaturas do solo a 5 e 10 cm no CASC apresentou as maiores, o que acarretou em altos valores de CTR.

Pela tabela 2, nota-se que a melhor sombra foi proporcionada pelos tratamentos E1 e P1 por apresentar menores valores dos índices térmicos. Não houve diferença estatística ( $P > 0,05$ ) para a sombra proporcionada por eucalipto, pinus e araucária para os índices THI e CTR, entretanto, verificaram-se diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) para os índices TGN e H.

TABELA 2. Síntese do teste de médias para as variáveis THI, TGN, CTR, H referentes às sombras de eucalipto (E1), pinus (P1) e araucária (A1).

Horários	THI			Tgn			CTR			H		
	E1	P1	A1	E1	P1	A1	E1	P1	A1	E1	P1	A1
1 : 8:00	67	68	68	22a	23b	24b	458,6	459,2	471,7	62ab	60a	63b
2 : 10:00	71	71	72	26a	27a	27a	514,0	512,5	507,8	65ab	64a	67b
3 : 12:00	73	76	77	28a	29ab	31b	549,0	511,4	557,7	64a	68b	69b
4 : 14:00	76	76	78	30a	30a	32b	534,1	540,9	582,2	68a	70ab	72b
5 : 16:00	75	76	77	29a	29ab	30ab	522,1	529,3	518,8	68b	65a	70b
6 : 18:00	72	72	74	25a	26a	28b	475,8	494,2	508,5	65ab	64a	67b

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para THI ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

O espaço grama sombreada apresentou redução de TGN e CTR em até 7 °C e 30%, respectivamente em comparação aos espaços grama ao sol e CASC. Os espaços grama ao sol e CASC não apresentaram diferenças estatísticas por TGN, THI, ITGU e CTR. O espaço CASC apresentou as temperaturas mais elevadas a 5 e 10 cm de profundidade. A sombra de eucalipto e de pinus foram superior em relação à sombra produzida pela araucária.

## REFERÊNCIAS

- BUFFINGTON, D. E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, Michigan, v. 24, n. 3, p. 711-714, May/June 1981.
- DEITENBACH, A.; FLORIANI, G.S.; DUBOIS, J.C.L.; VIVAN, J.L. **Manual agroflorestal para a mata atlântica**. Brasília: MDA, FAF, 196p. 2008.
- ESMAY, M.L. Principles of animal environment. Westport: **Avi Publishing**, 1982. 325p.
- NAVARINI, F.C. et al. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Eng. Agríc., Jaboticabal**, v.29, n.4, p.508-517, out./dez. 2009.
- RODRIGUES, A. L.; SOUZA, B. B. D.; FILHO, J. M. P. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico de vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Patos-PB, abr./jun. 2010.
- SALLA, L.; PIRES, M.F.A.; MORAIS, D.; DIAS, M.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, B.C. Efeito da disponibilidade de sombra sobre o conforto térmico de novilhas leiteiras. **Rev. Bras. Agroecologia**, v.4, n.2, p. 3343-3346. 2009.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TURCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. **Rev. Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, p. 28-34, 2009.
- SOUZA, B.B.; SILVA, I.J.O.; SANTOS, R.F.S.; ZOTTI, C.A.; GARCIA, P.R. Estudo do ambiente físico sobre as respostas fisiológicas de novilhas de raça leiteira. 2010. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2010\\_4/NovilhasLeiteiras](http://www.infobibos.com/Artigos/2010_4/NovilhasLeiteiras)>. Acesso em: 30/8/2014
- THOM, E.C. Cooling degrees - day's air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the ASAE**, v.55, n.7, p.65-72, 1958.