

Índices de conforto térmico animal em dois ambientes de produção pecuários na região Central de Minas Gerais

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
205**

**Índices de conforto térmico animal em
dois ambientes de produção pecuários
na região Central de Minas Gerais**

Emerson Borghi
Fabiana Villa Alves
Roberto Giolo de Almeida
Miguel Marques Gontijo Neto
Álvaro Vilela de Resende
Samuel Campos Abreu

*Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2020*

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva
Elena Charlotte Landau

Membros
*Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
Maria Cristina Dias Paes*

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa
Emerson Borghi

1ª edição
Publicação digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Nome da unidade catalogadora

Índices de conforto térmico animal em dois ambientes de produção pecuários
na região Central de Minas Gerais / Emerson Borghi ... [et al.]. – Sete Lagoas :
Embrapa Milho e Sorgo, 2020.

29 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo,
ISSN 1679-0154; 205).

1. Bovino. 2. Estresse térmico. 3. Sistema silvipastoril. I. Borghi, Emerson. II.
Alves, Fabiana Villa. III. Almeida, Roberto Giolo de. IV. Gontijo Neto, Miguel Mar-
ques. V. Resende, Álvaro Vilela de. VI. Abreu, Samuel Campos. VII. Série.

CDD 636 (21. ed.)

Sumário

Resumo	05
Abstract	07
Introdução.....	09
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	14
Conclusão.....	27
Referências	28

Índices de conforto térmico animal em dois ambientes de produção pecuários na região Central de Minas Gerais

Emerson Borghi¹

Fabiana Villa Alves²

Roberto Giolo de Almeida³

Miguel Marques Gontijo Neto⁴

Álvaro Vilela de Resende⁵

Samuel Campos Abreu⁶

Resumo – Em sistemas silvipastoris (IPF), a presença de árvores em renques e consorciadas com espécies forrageiras proporciona, além de diversificação de renda, fornecimento de serviços ambientais e condição microclimática diferenciada e mais favorável aos animais. Em locais com altas temperaturas durante todo o ano, como a região Central de Minas Gerais, este sistema de cultivo pode diminuir o estresse térmico animal e contribuir para o seu bem-estar, desde que implantado seguindo as orientações de espaçamento e espécies arbóreas adequadas. Para determinar quantitativamente o efeito das árvores sobre o microclima em pastagens, foram avaliados dois ambientes produtivos (sistema silvipastoril - IPF e pastagem solteira/ pleno sol), na Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-MG, durante 12 horas em dias específicos de três épocas do ano (outono, inverno e primavera) de 2018. Ambos os sistemas são formados com pastagem de *Urochloa decumbens*, sendo que no IPF estão implantados renques de linhas simples de eucalipto com espaçamento de 15 metros entre linhas (15x2). A cada 10 minutos foram determinadas a temperatura do ar e a temperatura do globo negro, por meio de equipamento TGD-400, marca Instrutherm, e posteriormente foram calculados o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). A pastagem a pleno sol apresentou condições

1. Eng. Agrôn., DSc em Agronomia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

2. Zootec, D. Sc. em Ciência Animal e Pastagens, Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte;

3. Eng.-Agrôn., D. Sc. em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Gado de Corte;

4. Eng. Agrôn., DSc em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

5. Eng. Agrôn., DSc em Ciência do Solo, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo;

6. Eng. Agrôn., Analista da Embrapa Milho e Sorgo.

estressantes aos animais, independentemente da época do ano, com temperatura do ar de até 2 °C superior ao ambiente com árvores. No IPF, apesar da temperatura menor, não foi atingido nível de conforto térmico animal satisfatório, provavelmente em razão do espaçamento entre árvores, que ocasionou abafamento, gerando “efeito-estufa”. Neste ambiente, o desconforto térmico ocasionado inicia a partir das 13h horas e tem curta duração. A pastagem a pleno sol proporciona condição estressante aos animais independentemente da época do ano, pois, neste ambiente, a temperatura do ar nos meses mais quentes é 2 °C maior quando comparada ao ambiente IPF. A temperatura mínima para que o animal passe para uma condição de desconforto térmico é 20,8 °C no inverno, 24,3 °C na primavera e 25,0 °C no outono, no ambiente a pleno sol. No ambiente IPF este desconforto só ocorre a partir de 26 °C, independentemente da época do ano.

Termos para indexação: ambiência; bem-estar animal; bovinos; ITU; silvipastoril; sistemas integrados.

Indices of animal thermal comfort in two livestock production environments in the central region of Minas Gerais, Brazil

Abstract – In silvopastoral systems (IPF), the presence of trees in tiers and intercropped with forage species provide, in addition to income diversification, provision of environmental services and differentiated and more favorable microclimate condition to animals. In places with high temperatures throughout the year, such as the central region of the State of Minas Gerais, Brazil, this cultivation system can reduce animal thermal stress and contribute to their well-being, as long as it is implanted following the spacing guidelines and suitable tree species. In order to quantitatively determine the effect of trees on the microclimate in pastures, two productive pasture environments (silvopastoral system - IPF and single pasture / full sun) were evaluated at Fazenda Lagoa dos Currais, Curvelo-Minas Gerais, for 12 hours on specific days of three seasons of the year (autumn, winter and spring) of 2018. Both systems are formed with *Urochloa decumbens* pasture, and in the IPF system tiers of simple eucalyptus lines with 15 meters spacing between lines (15x2) are implemented. Every 10 minutes, the air temperature and the temperature of the black globe were determined using the equipment TGD-400, Instrutherm, and subsequently the Temperature and Humidity Index (ITU) and the Globe and Humidity Temperature Index (ITGU) were calculated. The pasture under full sun presented stressful conditions to the animals, regardless of the time of year, with an air temperature of up to 2 °C higher than the environment with trees. In the IPF system, despite the lower temperature, a satisfactory level of animal thermal comfort was not reached, probably due to the spacing between trees, which caused a crowding, generating a “greenhouse effect”. In this environment, the thermal discomfort caused starts at 13 o'clock and has a short duration. Grazing in full sun provides stressful conditions to animals regardless of the time of year, as, in this environment, the air temperature in the warmer months is 2 °C higher when compared to the IPF environment. The

minimum temperature for the animal reaching a condition of thermal discomfort is 20.8 °C in winter, 24.3 °C in spring and 25.0 °C in autumn, in the full sun. In the IPF environment, this discomfort only occurs after 26 °C, regardless of the time of year.

Index terms: ambience; animal welfare; cattle; ITU; silvopastoral; integrated systems

Introdução

Em Minas Gerais, da área total cultivada (54,5 milhões de hectares), as pastagens plantadas ocupam 13,7 milhões de hectares (25,1%), seguidas por áreas com grãos, com 3,98 milhões de hectares (7,3%), e florestas plantadas, com 1,9 milhão de hectares (3,5%), nas quais, em sua maioria, predomina o bioma Cerrado (Santana et al., 2019). O estado possui o segundo maior rebanho bovino do Brasil, com 23,6 milhões de cabeças, representando 10,8% do total de animais do Brasil (Panorama..., 2018), sendo que as pastagens manejadas de forma extensiva predominam como principal forma de utilização e constituem, em muitas delas, a única fonte de alimento para os animais. Entretanto, segundo levantamento do Instituto Antônio Ernesto de Salvo (2015), apenas 4% da área total de pastagens foi identificada como não degradada. Tal conjuntura é mais desafiadora em regiões que historicamente são afetadas por déficit hídrico durante a estação seca, e veranicos no período chuvoso, e que colaboram com os baixos índices zootécnicos observados em seus rebanhos.

Minas Gerais possui 67% de seu território sob classificação de clima Aw, isto é, clima tropical com inverno seco, e índice de aridez altamente variável, fatores que podem limitar o potencial produtivo tanto de espécies vegetais quanto animais, especialmente nas regiões Central e Norte do estado (Sá Júnior, 2009; Reboita et al., 2015). De acordo com Karvatte Júnior et al. (2016a, 2016b), situações de calor excessivo do ambiente podem, em maior ou menor grau, ocasionar alterações fisiológicas que levam à diminuição do bem-estar animal e a perdas na produtividade. Estas, embora existentes, muitas vezes são imperceptíveis, por causa do longo ciclo produtivo inerente à espécie.

Na região Central de Minas, os incentivos ao cultivo do eucalipto (*Eucalyptus* spp.) tem proporcionado ganhos econômicos importantes, graças ao mercado consolidado de produção de carvão vegetal para queima na indústria siderúrgica. Neste contexto, áreas de produção com menor densidade arbórea, ou que tenham menor produtividade de madeira por área, podem alavancar outros mercados, como produtos serrados para móveis; embalagens/paletes e construção civil; produção de carvão vegetal para uso

culinário; bioenergia (lenha, toretes ou cavaco), para secadores de grãos, cerâmicas, olarias, pizzarias e caldeiras (Reis; Moraes, 2015).

Por outro lado, a consolidação da cadeia do eucalipto no estado abre a oportunidade de incentivo ao uso também para fins não madeireiros, como sua utilização em sistemas pecuários do tipo silvipastoril, visando o fornecimento de serviços ecossistêmicos (Alves et al., 2019). Tais sistemas, também conhecidos como Integração Pecuária-Floresta (IPF), embora concebidos inicialmente para a recuperação de solos e pastagens degradadas, têm se destacado também por melhorar as condições microclimáticas para os animais em pastejo, com redução do estresse térmico sobre os animais e melhoria do bem-estar animal (Paciullo et al., 2011; Oliveira et al., 2018; Pezzopane et al., 2019; Barreto et al., 2020). Por fim, Alves et al. (2019) relataram que existem outros aspectos que podem ser atribuídos a um ambiente de produção termicamente confortável e que, graças aos estudos sobre o tema e os resultados positivos nos índices zootécnicos, a ambiência animal tornou-se importante, prática, quantificável e passível de valoração.

Material e Métodos

Este estudo foi conduzido durante o ano de 2018, na Fazenda Lagoa dos Currais, em Curvelo-MG, latitude de 18°45'23" S e longitude de 44°25'51" W, altitude de 672 m. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região é do tipo Aw, com estação quente no verão e seca no inverno (Reboita et al., 2015). A precipitação pluvial média anual é de 1.226 mm e a temperatura média anual é de 22,6 °C (Instituto Nacional de Meteorologia, 2018). A sazonalidade pluvial da região é caracterizada por apresentar três meses do ano secos (junho, julho e agosto). Os meses de maior precipitação pluvial são de novembro a março, sendo 80% de todo o volume de chuvas concentradas no verão, com as chuvas diminuindo em volume até o mês de maio. Nos meses de inverno, a precipitação é inferior a 10 mm (Reis et al., 2012), caracterizando forte sazonalidade pluvial.

As avaliações foram realizadas em dois ambientes distintos: piquete com pastagem sem presença de árvores (denominado de ambiente a pleno sol - PS) e piquete com pastagem consorciada com eucalipto cultivar I144, plan-

tado em renques de linhas simples com espaçamento de 15 metros entre renques e 2 metros entre árvores, totalizando 333 árvores ha⁻¹ (denominado de ambiente silvipastoril - IPF). Cada piquete possui área de 21,36 e 28,79 hectares, respectivamente. Ambas as pastagens são compostas por capim-braquiarião (*Urochloa decumbens*), apresentando níveis de degradação de moderado a forte (Gontijo Neto et al., 2018).

O solo do local é do tipo Latossolo Vermelho Amarelo distroférico, de textura argilosa, com os atributos químicos, estimativas do estoque de carbono no solo e avaliações de crescimento das árvores especificados em Gontijo Neto et al. (2018).

As leituras de temperatura de bulbo seco (Ta), temperatura do ponto de orvalho (Tpo), temperatura de globo negro (Tgn), assim como os cálculos do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), para cada ambiente, foram realizados em três dias, representativos das estações do ano (25/04/2018 - outono, 18/07/2018 - inverno, e 27/11/2018 - primavera). Para medição das variáveis e composição dos índices, foi utilizado um equipamento específico para medição de estresse térmico em cada ambiente (modelo TGD-400, marca Instrutherm Instrumentos de Medição, São Paulo, Brasil (Figura 1), configurado para tomada e arquivamento de informações a cada 10 minutos, das 07h às 18h (horário local, GMT -03h00).

Os equipamentos foram alocados no ambiente a pleno sol (Figura 2A) e sob a sombra projetada no ambiente IPF (Figura 2B), a 2,0 m da linha das árvores e 1,3 m do solo (correspondente à altura do centro de massa de bovino adulto), conforme metodologia proposta por Karvate Júnior et al. (2016a, 2016b). Também foram observados alguns cuidados de modo que fatores externos não provocassem alterações no conjunto de dados capturados ao longo do dia, tais como eventuais sombras provocadas por árvores no ambiente a pleno sol, ou movimentação animal no piquete avaliado que pudesse ocasionar danos ou desligamento dos equipamentos durante o período de coleta de dados.



Figura 1. Medidor de estresse térmico TGD-400 instalado no sistema sem árvores (pastagem a pleno sol)



Figura 2. Distribuição dos equipamentos nos ambientes a pleno sol (A) e silvipastoril (B).

Índices de Conforto Animal

O conforto térmico animal, em cada época de avaliação, foi calculado por meio do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU).

O ITU, proposto por Thom (1958) e citado por Pezzopane et al. (2019), é calculado por:

$$ITU = tbs + (0,36 \times tpo) + 41,5$$

em que:

tbs - temperatura de bulbo seco, °C; e;

tpo - temperatura do ponto de orvalho, °C.

O ITGU foi calculado usando a equação descrita por Buffington et al. (1981) citado por Karvatte Júnior et al. (2016a, 2016b):

$$ITGU = tg + (0,36 \times tpo) + 41,5$$

em que:

tg - temperatura de globo negro, °C; e

tpo - temperatura do ponto de orvalho, °C.

De acordo com Silva et al. (2008), índices de conforto térmico são capazes de agrupar, em uma única variável, a caracterização do ambiente térmico proporcionado ao animal que nele se encontra.

Para efeito de análise dos resultados e comparação entre os ambientes, foi utilizado valor de ITGU igual a 79 para referência ao início de estresse térmico em bovinos (Baeta; Souza, 2010; Pezzopane et al., 2019). Em cada época de avaliação, para os dois ambientes avaliados, foram comparados os valores máximos, mínimos, horário de ocorrência de maior ou menor ITGU e período com ITGU maior que o valor referência (79).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo. Os tratamentos foram compostos por dois ambientes de avaliação (PS e IPF) e três épocas de avaliação (outono, inverno e primavera). Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância,

e as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o aplicativo estatístico Sisvar® (Ferreira, 2011). Para identificar o potencial do ambiente IPF em reduzir o estresse térmico em animais em pastejo, para cada época de avaliação, análises de regressão foram realizadas por meio das correlações entre temperatura do ar e ITGU, assim como horário de avaliação e ITGU, comparando os valores obtidos com o valor de referência, segundo metodologia proposta por Pezzopane et al. (2019).

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se os resultados médios referentes à temperatura do ar, à temperatura de globo negro, ao Índice de Conforto e Umidade (ITU) e ao Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU). Quanto maior o valor de cada um dos indicadores, maior é a condição de estresse. Constatou-se que os animais submetidos ao ambiente a pleno sol são mais expostos a temperaturas ambientais mais elevadas e, conseqüentemente, a maior desconforto térmico em comparação àqueles mantidos no sistema silvipastoril (IPF).

Tabela 1. Valores médios de temperatura do ar, temperatura de globo negro, Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de dois ambientes de produção pecuários (silvipastoril - IPF e pleno sol - PS), avaliados em três épocas do ano, na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

Ambiente	Temperatura		ITU	ITGU
	Ar	Globo Negro		
	-----°C-----			
IPF	25,58 b	31,20 b	72,26 b	77,88 b
PS	26,83 a	35,65 a	73,39 a	85,32 a
Época				
Outono	26,77 b	32,91 b	74,05 a	80,20 b
Inverno	24,15 c	31,91 b	69,95 b	79,83 b
Primavera	27,71 a	35,45 a	74,48 a	84,77 a
Média	26,21	33,42	72,83	81,60
CV (%)	7,85	12,66	2,84	5,32

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Considerando a média das épocas de avaliação, observou-se que no inverno as temperaturas e os índices de conforto térmico são estatisticamente inferiores aos do outono e primavera, exceto para Temperatura do Globo Negro e ITGU no outono, os quais são estatisticamente semelhantes, corroborando com os resultados obtidos em Karvatte Júnior et al. (2016a, 2016b) e Pezzopane et al. (2019). Os dados corroboram com Reboita et al. (2015), que afirmam que em Minas Gerais a temperatura do ar é influenciada pelas estações do ano, sendo o verão aquela com maiores temperaturas médias e o inverno, a com menores temperaturas, fato muito característico de climas do tipo Aw (clima tropical de savana com estação seca no inverno). Entretanto, segundo os mesmos autores, nem todo o estado apresenta maiores valores de temperatura máxima no verão, sendo que nos setores oeste e noroeste as temperaturas máximas ocorrem na primavera, em razão da ausência de nebulosidade (céu claro), e conseqüente maior nível de radiação solar que consegue atingir a superfície terrestre.

Ademais, conforme Reboita et al. (2015), um dos fatores que influencia o clima de uma região é o tipo de uso e ocupação do solo. Segundo os mesmos autores, áreas florestadas tendem a usar a energia recebida do sol na evapotranspiração, enquanto áreas de solo descoberto ou urbanizadas a utilizam para se aquecer, impactando diretamente a temperatura do ar e sua variação diurna. Neste caso, o albedo das diferentes coberturas da superfície também contribui para diferenças no clima e, conseqüentemente, para o microclima de cada local. Isto explica o fato de que, no caso deste estudo, áreas contíguas tenham apresentado temperaturas e índices microclimáticos diferentes estatisticamente.

Ao analisar os dados de temperatura de globo negro, as épocas de outono e inverno são estatisticamente semelhantes, o que influenciou no ITGU, uma vez que esta variável é utilizada no cálculo deste índice. Considerando o valor-referência de ITGU de 79 para o início de estresse térmico em bovinos (Pezzopane et al., 2019), nota-se que, em todas as épocas de avaliação, o valor apresentou-se superior, em ambos os ambientes, embora o sistema IPF tenha apresentado valor inferior ao PS.

O desdobramento da interação de ambientes dentro de épocas do ano para a variável temperatura do ar apontou que a temperatura no inverno foi menor em relação à do outono e da primavera, para os dois ambientes

(Tabela 2). A redução de temperatura na transição entre o outono e inverno é de 1,4 °C no IPF e 3,9 °C no PS. Entre inverno e primavera, a elevação da temperatura é de 2,7 °C e 4,4 °C para os ambientes IPF e PS, respectivamente. Ambas as avaliações corroboram o fato de que a introdução intencional e ordenada de árvores em pastagens proporciona um ambiente mais constante e agradável aos animais, com menor oscilação da temperatura e, por consequência, menor necessidade de ativarem mecanismos fisiológicos de termorregulação. Dados semelhantes foram encontrados por Karvatte Júnior et al. (2016a, 2016b), avaliando o microclima e determinando o ITGU em sistema ILPF com diferentes arranjos de eucaliptos e árvores nativas em Campo Grande-MS. Os autores concluíram que, na presença de árvores nas pastagens, foram possíveis reduções de até 3,7% no Índice de Temperatura e Umidade e de 10,2% no Índice de temperatura e umidade do globo preto no ambiente na sombra, em relação às áreas de pastagens a pleno sol.

Considerando o desdobramento épocas do ano dentro de ambientes, a temperatura do ar no IPF foi significativamente inferior ao PS, com exceção da avaliação efetuada do inverno (Tabela 2). No outono, a diferença de temperatura entre os dois ambientes foi de 2,3 °C, e na primavera essa diferença foi de 1,5 °C, com maiores valores no ambiente PS, demonstrando que, nos meses de maior intensidade luminosa e de temperaturas mais elevadas, a presença de árvores distribuídas em renques amenizou a temperatura no interior da área de pastejo. Com menores variações de temperatura entre as estações e com temperaturas mais amenas durante o período, o resultado demonstrou que, para a região Central de Minas Gerais, a presença de árvores é importante para, além de gerar renda, proporcionar melhores condições térmicas para os animais em pastejo.

Tabela 2. Desdobramento da interação de ambientes de cultivo e épocas de avaliação referentes aos valores de temperatura do ar (°C) e temperatura de globo negro (°C) de dois ambientes de produção pecuários (silvipastoril - IPF e pleno sol - PS), avaliados em três épocas do ano, na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

Época	Temperatura do ar (Ta; °C)		Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	
	IPF	PS	IPF	PS
Outono	25,60 Bb	27,94 Aa	73,07 Ba	75,03 Aa
Inverno	24,23 Ac	24,08 Ab	69,90 Ab	70,00 Ab
Primavera	26,93 Ba	28,48 Aa	73,82 Ba	75,15 Aa

Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Como a temperatura do ar é um dos fatores que compõe o ITU, as mesmas diferenças significativas entre os desdobramentos verificados para ITGU foram constatadas também para este índice (Tabela 2). No ambiente IPF, o índice é menor nos meses de outono e primavera, não havendo diferença entre os ambientes no inverno. No desdobramento de ambientes de cultivo dentro de épocas de avaliação, o menor ITU foi verificado no inverno para os dois ambientes avaliados. Pelos resultados obtidos, é possível inferir que a presença de árvores é positiva na melhoria do ambiente para os animais, reduzindo principalmente a temperatura do ar entre os renques nos meses de maiores temperaturas, em especial na primavera, que marca o princípio de temperaturas mais altas e ainda sem a presença de chuvas significativas na região. De acordo com Reis et al. (2012), o início das chuvas na região de Curvelo é a partir do final do mês de outubro, ou seja, durante o decorrer da primavera. Assim, na ausência de chuvas e com a elevação da temperatura nesta época, proporcionar melhor ambiente para os animais, por meio da introdução de renques de árvores na pastagem, pode reduzir a temperatura. Assim, mesmo com menor disponibilidade de forragem, há maiores possibilidades de melhor desempenho animal neste ambiente, desde que com oferta de forragem adequada, quando comparado a ambientes com animais submetidos ao pastejo a pleno sol.

As variações entre as estações do ano para cada ambiente foram maiores na temperatura de globo negro (Tabela 3), em comparação aos valores da temperatura do ar. Na temperatura do globo negro, o desdobramento da interação ambientes dentro de épocas do ano demonstrou que no ambiente PS os valores não variaram significativamente, independentemente da época de avaliação (Tabela 3). No ambiente IPF, a maior temperatura foi observada na primavera, sendo superior às avaliações do outono e inverno. Para o desdobramento de ambientes dentro de épocas, o ambiente IPF apresentou temperatura inferior ao ambiente PS nas três épocas avaliadas. A variação de temperatura no ambiente PS foi superior em 5,4 °C no outono, 5,7 °C no inverno e 2,2 °C na primavera, quando comparado ao ambiente IPF. Além disso, nesse mesmo ambiente, houve redução na temperatura de 1,1 °C do outono para o inverno e elevação de 5,7 °C do inverno para a primavera. No ambiente PS, as variações foram menores quando comparado ao ambiente IPF, sendo 0,9 °C do outono para o inverno e elevação de 1,8 °C do inverno para a primavera.

Tabela 3. Desdobramento da interação ambientes de cultivo e épocas de avaliação referentes aos valores de Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) de dois ambientes de produção pecuários (silvipastoril - IPF e pleno sol - PS), avaliados em três épocas do ano, na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

Época do ano	Temperatura de Globo Negro (Tg, °C)		Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU)	
	IPF	PS	IPF	PS
Outono	30,21 Bb	35,63 Aa	77,68 Bb	82,71 Ac
Inverno	29,07 Bb	34,76 Aa	74,74 Bc	84,92 Ab
Primavera	34,34 Ba	36,56 Aa	81,23 Ba	88,32 Aa

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Assim como o ITU utiliza os valores de temperatura do ar, para o cálculo do ITGU foram utilizados os valores de temperatura do globo negro. Houve diferença significativa para ITGU para épocas de avaliação e ambientes de cultivo (Tabela 3). No desdobramento da interação de ambientes dentro de épocas de avaliação, o maior ITGU foi verificado na primavera, em ambos os ambientes, fato este associado aos maiores valores de Tg nesta estação do ano. O menor ITGU no ambiente a pleno sol foi verificado no outono, enquanto que, no IPF, o menor índice foi verificado no inverno. Este resultado demonstra a vantagem do componente florestal para melhor conforto térmico para os animais quando em pastejo entre os renques, já que no ambiente PS, independentemente da época do ano, o índice sempre foi superior ao índice limite de referência (79).

Além disso, constatou-se que, além do ITGU estar acima do limite de referência, o outono foi a estação com menor condição de estresse ambiental aos animais no ambiente PS, contrariamente ao que ocorreu no IPF, em que as condições de estresse térmico se mostraram acima do limite de referência somente após a elevação das temperaturas na primavera. A partir da análise deste resultado, é possível inferir que animais no ambiente com árvores encontram-se sob condições térmicas mais favoráveis em aproximadamente seis meses do ano, o que não acontece em nenhuma época para os animais em pastejo a pleno sol. Porfírio-da-Silva (2013) já alertava para o fato de que, em regiões quentes do Brasil, bovinos mantidos em pastagens a pleno sol passam, no mínimo, seis meses do ano sob condições de estresse térmico ambiental.

Condições de menor ITGU em sistemas silvipastoris trazem vantagens diretas aos animais, como explanado anteriormente, mas também indiretas, quando comparados a sistemas tradicionais de manejo extensivo da pastagem. Uns dos benefícios indiretos é a redução da perda de água por evapotranspiração pela planta, notadamente da forrageira, que, em meses de maior restrição hídrica, condição característica na região Central de Minas Gerais no outono e inverno, possibilita manter as pastagens verdes por mais tempo, com menor perda de peso pelos animais neste período.

Ao realizar a correlação do ITGU em função do horário de avaliação, constatou-se que, independentemente da época do ano, no ambiente PS, este índice é sempre maior que o índice de referência (Figura 3). Neste ambiente,

no outono, há melhoria no ITGU a partir das 16h30, pela relativa redução da temperatura do ar a partir deste horário (Figura 3a).

Nesta mesma época, para o ambiente IPF, o ITGU supera o valor de referência nos horários mais quentes, a partir das 12h, com condições estressantes para o animal no horário compreendido entre 12h39 e 13h59. No inverno (Figura 3b), com temperaturas do ar mais amenas e sem diferenças entre os ambientes, é possível observar que o horário de maior ITGU para os animais no ambiente IPF concentra-se entre 11h56 e 13h46. Neste período, no ambiente PS, somente nas primeiras horas da manhã os animais não estão em condições de desconforto térmico.

Na primavera (Figura 3c), com o aumento da temperatura do ar diurna, o ITGU ocorre por maior período de tempo no ambiente IPF, iniciando 10h16 e finalizando às 14h56. Nestas 4 horas com maior ITGU, entre 10h56 e 12h36, os valores estão muito próximos ao ITGU de referência. No ambiente PS, a condição de estresse para os animais já começa no início da manhã, contrariando a lógica de que somente com a elevação da temperatura ao longo do dia é que os animais poderão encontrar condições desconfortáveis ao bem-estar, pois o período noturno não foi suficiente para baixar a temperatura aos níveis adequados para os animais, contrastando com o ambiente IPF, em que as maiores taxas de evapotranspiração do sistema (decorrente da presença de árvores) contribuem para a diminuição da temperatura noturna e no início da manhã.

Considerando a média do período avaliado (Figura 3d), no ambiente PS os animais estão sempre em desconforto térmico, acima do índice de referência. Nos três períodos avaliados, os picos de maiores valores de ITGU para este ambiente iniciam ainda pela manhã, não ocorrendo tal efeito no ambiente IPF. Isto indica que enquanto no ambiente a pleno sol as condições são estressantes durante todo o ano, e iniciam nas primeiras horas após o amanhecer, perdurando inadequadas aos animais durante todo o dia, a presença de árvores dispostas em renques no ambiente IPF proporciona conforto térmico na maior parte do dia, melhorando o ambiente de pastejo aos animais justamente nos horários de maiores temperaturas do ar. Para o ambiente IPF, considerando a média das épocas avaliadas, o horário em que os animais estão em condições estressantes se concentra entre 11h04 e 15h32, variável em razão da época do ano. O período de maior estresse no

ambiente IPF ocorreu na primavera, com duração de 4 horas e 40 minutos. Nas outras duas épocas, a duração de condições estressantes aos animais foi de 1 hora e 20 minutos, no outono, e de 1 hora e 50 minutos, no inverno.

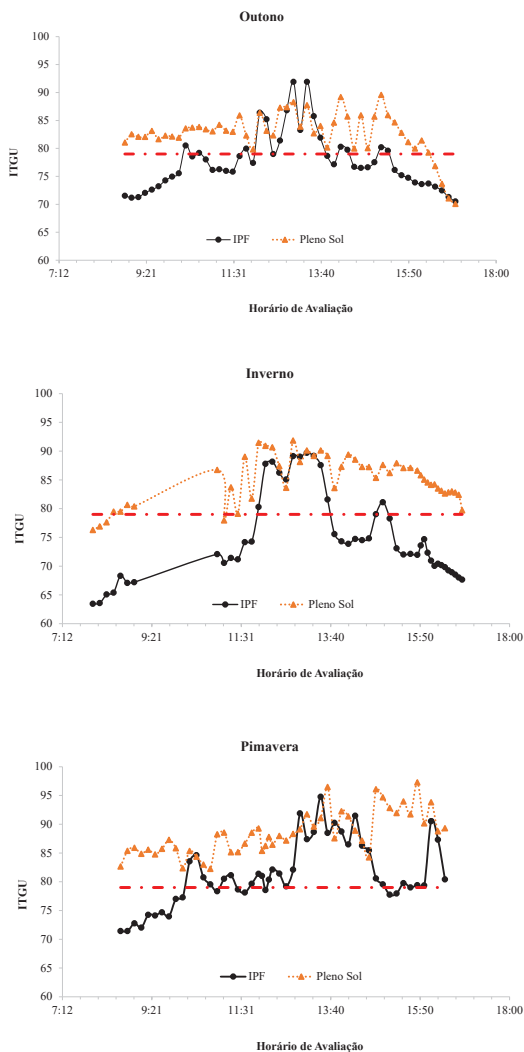


Figura 3. Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em razão do horário de avaliação nos períodos de outono (a), inverno (b) e primavera (c), e média do período de avaliação (d) de dois ambientes de produção pecuários (silvipastoral - IPF e pleno sol - PS), avaliados na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

A duração desta condição está condicionada ao horário, sempre próximo das 12h, por se tratar do horário com maior radiação solar incidente. Com a disposição dos renques disposta em sentido leste-oeste, neste horário, há presença de sombra somente na linha de árvores, em razão do posicionamento do sol, o que aumenta a temperatura no interior dos renques, igualando-o a condições de pleno sol e gerando condições mais estressantes aos animais.

Na Tabela 4 constam os valores de ITGU máximo e mínimo, o horário de ocorrência destes valores e o tempo de duração do estresse térmico, em que os valores de ITGU ultrapassam o índice de referência em cada época. No ambiente PS, além dos valores estarem acima do limite referência independentemente da época do ano (Figura 3), a duração do período de estresse foi muito superior ao ambiente IPF.

Tabela 4. Valores máximos e mínimos de ITGU, horário de ocorrência e tempo de duração do ITGU maior que o índice de referência (79) de dois ambientes de produção pecuários (silvipastoril - IPF e pleno sol - PS), avaliados em três épocas do ano, na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

Ambiente		Máximo	Horário de ocorrência de maior ITGU	Duração (ITGU>79)
Ps	Outono	89,6	15h09	08 h 10 min
	Inverno	91,8	12h46	08 h 25 min
	Primavera	97,3	15h46	07 h 50 min
IPF	Outono	91,9	12h59	02 h 40 min
	Inverno	89,7	13h06	02 h 00 min
	Primavera	94,8	13h26	05 h 05 min
		Mínimo	Horário de ocorrência de maior ITGU	Duração (ITGU<79)
Ps	Outono	70,1	16h59	00 h 00 min
	Inverno	76,3	07h56	00 h 20 min
	Primavera	82,2	10h46	00 h 00 min
IPF	Outono	70,5	16h59	05 h 30 min
	Inverno	63,4	07h56	06 h 55 min
	Primavera	71,4	08h36	02 h 45 min

O período de duração do estresse térmico no ambiente IPF é maior nos meses de maior temperatura, porém, de curta duração no outono, e aumentando o desconforto na primavera. Neste ambiente, os animais permanecem maior período de tempo em condições de melhor ITGU à medida que a temperatura diminui, característico do outono e inverno. Efeito inverso ocorre no ambiente PS, com maiores períodos de ITGU acima do índice referência, mesmo no inverno. Nesta época, o valor de ITGU menor que a referência é de apenas vinte minutos e ocorre logo nas primeiras horas da manhã (07h56), indicando que os animais entram em condições de desconforto térmico logo no início do dia.

Ao analisar os horários de ocorrência dos valores de ITGU máximo e mínimo, observou-se que há diferença entre os ambientes, indicando que a presença das árvores no ambiente IPF influencia não só no tempo de duração do desconforto térmico, mas também na sua ocorrência. Comparando os ambientes em cada época de avaliação, é possível verificar que os horários de valores máximos de ITGU no ambiente IPF ocorrem antes que no ambiente PS no outono e na primavera, porém, são sempre de menor duração. No inverno, o horário de maior ITGU ocorre no ambiente PS primeiro, porém, a duração do período de estresse térmico para os animais é quatro vezes superior do que no ambiente IPF.

Na análise da correlação dos resultados de ITGU em relação à temperatura do ar foi observada correlação positiva, podendo-se inferir que o estresse térmico provocado pelo aumento da temperatura ocorre ao longo do dia (Figura 4). No outono (Figura 4a), os valores médios de ITGU nos dois ambientes são próximos (80,52 para IPF e 81,04 para PS), mesmo com um grau de diferença de temperatura entre os ambientes (31,4 °C e 32,4 °C para IPF e PS, respectivamente). Importante ressaltar que, no ambiente IPF, mesmo com valor de ITGU maior que o ambiente PS na mesma faixa de temperatura, a duração do período de desconforto térmico é menor que no ambiente PS (02 h 40 min e 08 h 10 min, respectivamente). Nessa época, a temperatura na qual foi atingido o valor de referência (ITGU=79) foi de 26,2 °C para o ambiente IPF e de 25 °C para PS. Embora o índice seja crescente com o aumento de temperatura e que, na maior temperatura, o ITGU seja maior que o valor de referência no ambiente PS, a disposição de árvores em renques melhora o ambiente em 2,3 °C para os animais nesta época do ano.

No inverno (Figura 4b) é possível observar que no ambiente PS os valores de ITGU atingiram o valor de referência a partir de 20,8 °C, apresentando aumento linear até a temperatura de 28,2 °C. No ambiente IPF, o ITGU ultrapassou o valor de referência a partir de 26,8 °C, sendo crescente até a temperatura de 33 °C. No PS, na maior temperatura registrada, o valor de ITGU foi de 91,8. Já no ambiente IPF, com a maior temperatura no interior do dossel, o valor de ITGU foi menor (89,7) demonstrando que a presença das árvores proporciona condições mais favoráveis de conforto térmico no inverno, pelo menor ITGU, mesmo com maior temperatura no interior do dossel, com desconforto térmico iniciando às 13h e com 2 horas de duração.

Figura 4a

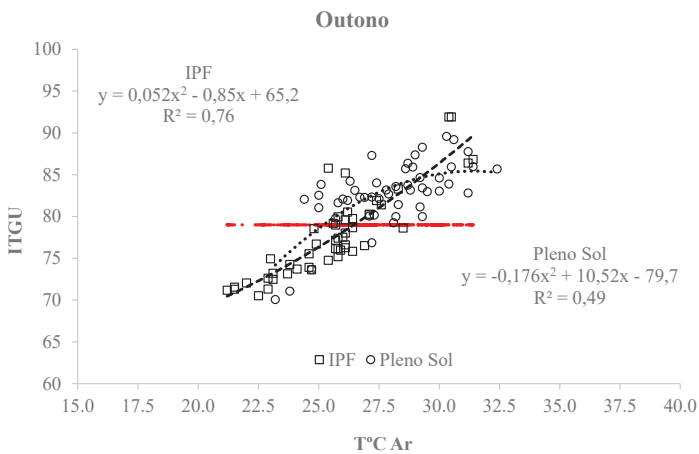


Figura 4b

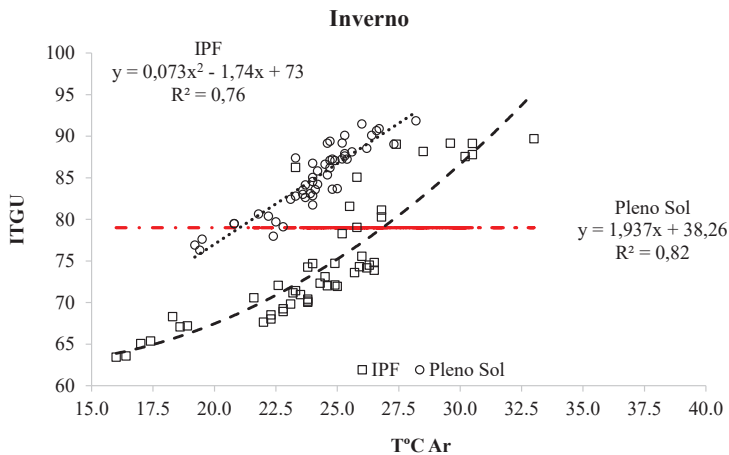


Figura 4c

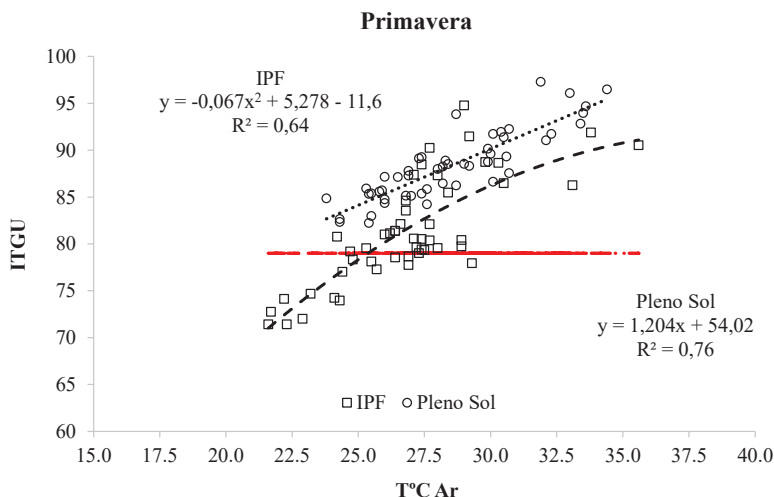


Figura 4. Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) em razão da temperatura do ar (°C) nos períodos de outono (a), inverno (b) e primavera (c) em dois ambientes de produção pecuários avaliados na região Central de Minas Gerais. Curvelo-MG, 2018.

Na primavera, a diferença de ITGU entre os dois ambientes também é significativa (Figura 4c). No ambiente PS, os valores de ITGU atingiram o valor de referência a partir de 24,3 °C, apresentando aumento linear até a temperatura de 34,4 °C. No ambiente IPF, o ITGU ultrapassou o valor de referência a partir de 26,8 °C, sendo crescente até a temperatura de 35,6 °C. No PS, na maior temperatura registrada, o valor de ITGU foi de 82,6. Já no ambiente IPF, com maior temperatura no interior do dossel, o valor de ITGU foi maior (83,5) demonstrando que, ao contrário do inverno, na primavera a presença das árvores proporciona maior temperatura e ITGU no interior do dossel, mas, assim como nas demais épocas avaliadas, o período de estresse térmico neste ambiente é menor que o PS (05 h 05 min e 07 h 50 min, respectivamente). Efeito semelhante foi observado por Karvatte Júnior et al. (2016a, 2016b) ao avaliar um sistema ILPF com diferentes arranjos de eucalipto e árvores nativas em Campo Grande-MS.

Para a região de Curvelo-MG, a atividade pecuária extensiva gera um ambiente de estresse para os animais, em qualquer época do ano. A temperatura média anual desta região é alta, o que gera um gasto energético elevado para animais em pastejo. Esta condição climática, associada à falta de chuvas no período outono-primavera, diminui o potencial de produção de forragem pela pastagem. Nestas condições, estresse térmico diminui o potencial produtivo do animal em pastejo. O trabalho demonstrou que, nesta região, a presença de árvores na pastagem, dispostas em renques espaçados em 15 metros, proporciona maiores temperaturas do interior do dossel quando comparado ao sistema tradicional de pastagem. Porém, o desconforto térmico para os animais nesta condição tem curto período e concentra-se nos horários de maior incidência de luz, em especial às 13h. Na pastagem sem a presença de árvores, os resultados demonstraram que, independentemente da época do ano, os animais sempre estão sob estresse térmico, mesmo no inverno. A menor temperatura do ar neste ambiente em comparação ao ambiente com árvores não significou melhor condição térmica para os animais. Além disso, no ambiente sem árvores, o período de desconforto foi, em média, de 8 horas. Já com a presença de árvores, o maior período de desconforto durou 5 horas, ocorrendo apenas a partir da elevação das temperaturas na primavera. Nas outras épocas avaliadas, o período não superou 2 horas.

Nas épocas em que há maiores diferenças entre as temperaturas diurnas e noturnas, como o outono e a primavera, a presença de árvores dispostas em renques na pastagem propicia temperaturas mais amenas para os animais em pastejo, conferindo melhor conforto térmico quando comparado ao sistema de pastagem a pleno sol. Para os animais em pastejo sem a presença de árvores, além da maior temperatura, a condição de estresse imposta por este ambiente é indicativo de maior gasto energético pelos animais, o que pode levar a menores ganhos de peso. Gontijo Neto et al. (2018), ao avaliarem o ganho de peso animal nos mesmos piquetes deste trabalho, encontraram ganho de peso dos animais no ambiente IPF e PS semelhantes ($580,6 \pm 53,2$ kg e $537,8 \pm 45,4$ kg respectivamente), principalmente pelo grau de degradação das pastagens nos dois ambientes. Este ganho de peso resultou numa emissão de metano entérico de 0,8494 e 0,8231 Mg CO₂eq ha⁻¹. Segundo os autores, a presença de árvores proporcionou incremento florestal de 58,6 m³ ha⁻¹, levando a neutralizar a emissão anual de metano de 19,7 UA de bovinos adultos naquele ano. Considerando a implantação do

sistema IPF na época da avaliação (4,5 anos) o potencial de neutralização das emissões calculado foi de $4,3 \text{ UA ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, valor muito acima da taxa de lotação média da fazenda ($0,46 \text{ UA ha}^{-1}$). Assim, os autores concluíram que o sistema IPF, mesmo não promovendo aumento da taxa de lotação e de ganho de peso aos animais, pode ser uma alternativa viável economicamente, e com grande potencial de fixação do CO_2eq .

De acordo com Alves et al. (2019), entre os benefícios proporcionados pelos sistemas silvipastoris e agrossilvipastoris para os animais, a melhoria da ambiência e do seu bem-estar, ambos fortemente correlacionados, pode proporcionar benefícios que extrapolam os rendimentos pecuários. Segundo os autores, melhorias no bem-estar animal são uma tendência de mercado, direcionadas para produtos ambientalmente adequados, abrindo oportunidades diferenciadas para mercados cada vez mais exigentes e demonstrando o potencial do Brasil na exploração sustentável da atividade pecuária.

Conclusão

O Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) mostrou ser um indicador eficiente na avaliação da ambiência em sistemas integrados, principalmente em regiões de elevada temperatura durante o ano.

Para as condições de Curvelo-MG, animais submetidos ao pastejo extensivo em ambiente a pleno sol estão em condições estressantes independentemente da época do ano.

A primavera é a época do ano com condições de maior estresse aos animais pelo aumento da temperatura diurna. Nesta época, a presença de árvores na pastagem representa uma redução de $2 \text{ }^\circ\text{C}$ em comparação ao sistema de pastagem a pleno sol.

A temperatura mínima para que o animal passe para uma condição de desconforto térmico é de $20,8 \text{ }^\circ\text{C}$ no inverno, $24,3 \text{ }^\circ\text{C}$ na primavera e $25,0 \text{ }^\circ\text{C}$ no outono no ambiente a pleno sol. No ambiente IPF este desconforto só ocorrerá a partir de $26 \text{ }^\circ\text{C}$, independentemente da época do ano.

Agradecimentos

À Sociedade Quintas, proprietária da Fazenda Lagoa dos Currais; à Seleção Guzerá Marca S, pela disponibilização dos animais; à Embrapa e à Rede ILPF, pelo suporte aos projetos “Carne Carbono Neutro: estratégia de produção de carne sustentável e certificável para um mercado global” (SEG 33.13.11.004.00.00) e “Estratégia ILPF para inovação agropecuária na região do Cerrado Mineiro e áreas limítrofes” (SEG 20.18.03.015.00.00), respectivamente.

Referências

ALVES, F. V.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; KARVATTE JÚNIOR, N. Bem-estar animal e ambiência na ILPF. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEDIA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 207-223.

BAETA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010.

BARRETO, C. D.; ALVES F. V.; RAMOS C. E. C. de O.; LEITE M. C. de P.; LEITE L. C.; KARVATTE JÚNIOR, N. Infrared thermography for evaluation of the environmental thermal comfort for livestock. **International Journal of Biometeorology**, v. 64, p. 881-888, 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; RESENDE, A. V. de; CAMPANHA, M. M.; COSTA, T. C. e C. da; SIMÃO, E. de P.; ALMEIDA, R. G. de; ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; SILVA, V. P. da. **Balanco de gases de efeito estufa em sistema de integração pecuária-floresta e validação do protocolo carne carbono neutro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 17 p. (Sete Lagoas. Documentos, 230).

INSTITUTO ANTÔNIO ERNESTO DE SALVO. **Estado da arte das pastagens em Minas Gerais**: relatório de pesquisa. Belo Horizonte, 2015. 207 p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Gráficos climatológicos**: (1931-1960 e 1961-1990). Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<https://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos>>. Acesso em: 10 set. 2019.

KARVATTE JÚNIOR, N.; ALVES, F. V.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; TSUTSUMI, C. Y.; OLIVEIRA, C. C. **Microclima e índices de conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2016a. 38 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 225).

KARVATTE JÚNIOR, N.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; MESQUITA, E.; OLIVEIRA, C. C. de; ALVES, F. V. Shading effect on microclimate and thermal comfort indexes in integrated crop-livestock-forest systems in the Brazilian Midwest. 2016. **International Journal of Biometeorology**. v. 60, 1933-1941, 2016b.

OLIVEIRA, C. C. de; ALVES, F. V.; ALMEIDA, R. G. de; GAMARRA, E. L.; VILLELA, S. D. J.; MARTINS, P. G. M. D. A. Thermal comfort indices assessed in integrated production systems in the Brazilian savannah. **Agroforestry System**, v. 92, p. 1659-1672, 2018.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; GOMIDE, C. A. de M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. de F. A.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2/3, p. 166-172, 2011.

PANORAMA do comércio exterior do agronegócio de Minas Gerais. Belo Horizonte: Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2017. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/images/Arq_Relatorios/Publicacoes/panorama_2017.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2018.

PEZZOPANE, J. R. M.; NICODEMO, M. L. F.; BOSI, C.; GARCIA, A. R.; LULU, J. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 103-111, 2019.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ideótipo de espécie arbórea para sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL 10 ANOS DE PESQUISA, 2013, Campo Grande. **Anais...** [Campo Grande, MS: s.n., 2013].

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, p. 206-226, 2015.

REIS, R. J.; GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Chuvas em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica, 2012. 96 p.

REIS, C. F.; MORAES, A. de C. **Produção de madeira de florestas plantadas na região Centro-Oeste do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 32 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 287).

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da Classificação de Köppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SANTANA, D. P.; NOCE, M. A.; BORGHI, E.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; MULLER, M. D.; MARTINS, C. E.; BERNARDO, W. F.; VIANA, M. C. M.; PIRES, J. A. de A.; CALSAVARA, L. H. F.; MELLO, B. L. B. de; COSTA, F. A. de S.; OLIVEIRA, C. S. S. e. Sistemas ILPF e transferência de tecnologia nos Estados de Minas Gerais, Espírito Santo e Rio de Janeiro. In: SKORUPA, L. A.; MANZATTO, C. V. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil: estratégias regionais de transferência de tecnologia, avaliação da adoção e de impactos**. Brasília: DF, Embrapa, 2019. p. 192-233.

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

Embrapa

Milho e Sorgo



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL