



## INDICADORES FISIOLÓGICOS DO ESTRESSE TÉRMICO DE BOVINOS NELORE E CARACU

Lourene Freire **Gimente**<sup>1</sup>; Sérgio Brasil Garcia Pimenta Neves Pereira **Lima**<sup>2</sup>; Anielly de Paula **Freitas**<sup>3</sup>; Rodrigo Pelicioni **Savegnago**<sup>4</sup>; Claudia Cristina Paro de **Paz**<sup>5</sup>

Nº 18706

**RESUMO** – O estudo teve como objetivo avaliar a correlação entre os indicadores fisiológicos de bovinos da raça Nelore e Caracu com os parâmetros climáticos assim como comparar o índice de tolerância ao calor (ITC) entre as duas raças. Foram avaliados 120 bovinos, sendo 60 da raça Nelore e 60 da raça Caracu com aproximadamente 13 meses de idade. Os animais foram submetidos ao estresse térmico causado pela exposição ao sol por 2 horas. A determinação do estresse térmico foi feita por meio do cálculo do índice de tolerância ao calor (ITC). Foram mensurados os parâmetros fisiológicos: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura de superfície (TS). Somente a FC mostrou-se acima dos limites fisiológicos para bovinos. A FR e TS apresentaram correlação positiva ( $P < 0,05$ ) com temperatura do globo negro (TGN) e correlação negativa ( $P < 0,05$ ) com umidade relativa (UR) para as duas raças. Os valores de ITC não apresentaram diferenças estatísticas entre as raças e permaneceram próximo a 10, indicando que animais da raça Nelore e Caracu são tolerantes ao estresse térmico.

**Palavras-chaves:** bovinos, conforto térmico, estresse calórico, fisiologia.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduanda em Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” - FCAV, Jaboticabal-SP; lourenegimente@gmail.com

2 Colaborador, Mestrando em Produção Animal Sustentável, Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP.

3 Colaborador, Doutoranda, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, Ribeirão Preto-SP.

4 Colaborador: Doutor em Genética e Melhoramento Animal, Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP

5 Orientador: Pesquisador do Instituto de Zootecnia, Sertãozinho-SP; claudiapaz@iz.sp.gov.br.



**ABSTRACT** – *The objective of this study was to evaluate the correlation between the physiological indicators of Nelore and Caracu cattle with the climatic parameters as well as to compare the heat tolerance index (HTI) between the two breeds. A total of 120 cattle were evaluated, 60 of the Nelore breed and 60 of the Caracu breed, approximately 13 months old. The animals were submitted to thermal stress caused by exposure to the sun for 2 hours. The determination of the thermal stress was made by calculating the heat tolerance index (HTI). Physiological parameters were measured: respiratory rate (RR), heart rate (HR), rectal temperature (RT) and surface temperature (ST). Only HR was above physiological limits for cattle. The RR and ST presented positive correlation ( $P < 0.05$ ) with black globe temperature (BGT) and negative correlation ( $P < 0.05$ ) with relative humidity (RH) for the two races. The HTI values did not show a significant difference between the races and remained close to 10, indicating that Nelore and Caracu animals are tolerant to thermal stress.*

**Keywords:** cattle, thermal comfort, caloric stress, physiology.

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de bovinos na pecuária brasileira é realizada principalmente em sistemas extensivos de criação. Quando submetidos a essas condições, os animais sofrem influência do ambiente climático ao qual estão expostos e se tornam susceptíveis a problemas relacionados às adversidades climáticas (Cattelan e Vale, 2013).

Em climas quentes, os parâmetros climáticos são elementos que causam maiores efeitos sobre o desempenho do rebanho (Silva, 2000). Sob estresse térmico o bovino necessita de ajustes fisiológicos e comportamentais para se adaptar a essas alterações climáticas (Cattelan e Vale, 2013).

Para atingir a produtividade máxima, os animais necessitam estar dentro da zona de termoneutralidade (ZTN), a qual baseia-se em uma faixa de temperatura que confere conforto térmico em que há gasto mínimo de energia para manter a sua temperatura constante (Silva, 2000).

Brown-Brandl et al. (2005) relatam diminuições do crescimento, eficiência e ingestão de alimentos em bovinos sob estresse térmico. St-Pierre et al. (2003) descreveram que acontecem perdas anuais de 369 milhões de dólares na bovinocultura de corte devido ao estresse calórico.



Os bovinos são animais homeotérmicos e têm a capacidade de manter sua temperatura corpórea em níveis constantes (Dalcin, 2013). Para controlar sua temperatura corporal, os animais possuem sensores de temperatura em vários locais do corpo que enviam sinais ao cérebro, acionando os mecanismos para aumentar ou diminuir a perda e a produção de calor (Cunningham, 1999). De acordo com McManus et al. (2009) em casos de falta de conforto térmico, o animal busca meios para perder calor, envolvendo inúmeras adaptações dos sistemas respiratório, circulatório, excretor, endócrino e nervoso quando são mantidos em regiões de clima tropical.

Para Bianca e Kunz (1978), a temperatura retal e a frequência respiratória são os melhores indicadores fisiológicos para avaliar a tolerância dos animais ao calor. Valores de temperatura retal próximos a temperatura normal da espécie podem ser considerados como um indicador de adaptabilidade (Hopkins et al., 1978). Smith et al. (2006), afirmam que as avaliações das respostas fisiológicas são utilizadas como forma de conhecer o comportamento das mesmas, assim como o grau de adaptação dos animais sob estresse térmico.

O índice de tolerância ao calor (ITC), proposto por Baccari Junior et al. (1986), é expresso por uma fórmula para determinar o estresse térmico, cujo resultado é representado pelo inverso da elevação da temperatura retal após a exposição à radiação solar direta, em uma escala de zero a dez. Quanto mais próximo de dez for o índice mais tolerante é o animal.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a correlação entre os indicadores fisiológicos de bovinos da raça Nelore e Caracu com os parâmetros climáticos assim como comparar o índice de tolerância ao calor (ITC) entre as duas raças.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Local de Execução do Experimento**

Este projeto foi realizado na fazenda experimental do Centro APTA de Bovinos de Corte do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho-SP, onde foram realizadas as mensurações das temperaturas retais, frequências cardíacas e respiratórias dos animais. A temperatura média anual em Sertãozinho é 25,1°C e a pluviosidade média anual é 1.588 mm (Cepagri/UNICAMP).

### **2.2. Animais e Delineamento Experimental**

Todos os procedimentos experimentais envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética Institucional Animal (CEIA) do Instituto de Zootecnia (IZ). Foram avaliados 120 bovinos (machos e fêmeas) de aproximadamente 13 meses de idade, do mesmo grupo de contemporâneos,



das raças Nelore e Caracu recriados em pasto e suplementados em cocho, pertencentes ao Instituto de Zootecnia. Os 120 bovinos (60 Nelore e 60 Caracu) foram mantidos em pastagens próximas ao curral de manejo de animais durante todo período experimental, com espaço coberto (sombreamento) para todos os animais e com suplementação no cocho de acordo com as práticas de gestão realizadas na fazenda experimental do Centro APTA de Bovinos de Corte. Todos os animais receberam o mesmo manejo alimentar com alimentação e água oferecidas *ad libitum*.

### 2.3. Avaliação de estresse térmico ambiental

Durante os meses de verão, quando as temperaturas atingiram o pico (outubro a fevereiro), foram tomadas as mensurações das temperaturas retal e da superfície e frequências cardíacas e respiratórias dos animais. Cada animal foi submetido ao estresse por calor (desafio) causado pela exposição ao sol por 2 horas, em dias considerados típicos de verão (temperatura de globo negro acima de 45°C, céu limpo e sem movimentação de ar). O teste foi realizado em três dias ensolarados, em duas semanas (semanas 1 e 2), com intervalo de dias de colheita entre 10 e 15 dias. Este processo foi repetido mensalmente no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (meses 1, 2, 3, 4 e 5).

O tratamento para os animais foram: a) animais mantidos à sombra em curral coberto (telhas de barro e pé direito de 3,5 m) com disponibilidade água e alimento; e b) animais mantidos ao sol em piquete anexo sem disponibilidade de sombra, água e alimentação. Todas as colheitas experimentais foram realizadas em curral com tronco coberto para as coletas realizadas à sombra (medida 1 - realizada pela manhã), e após a exposição ao sol (medida 2 – realizada à tarde), em que foram mensuradas a temperatura retal, a temperatura da superfície corporal, a frequência cardíaca e a frequência respiratória.

Do total de 120 animais (60 Nelore e 60 Caracu), 30 animais da raça Nelore e 30 da raça Caracu foram mantidos a sombra e os outros 30 animais da raça Nelore e 30 da raça Caracu foram expostos ao estresse térmico (semana 1). Na semana consecutiva (semana 2) os animais foram alternados, ou seja, os animais que foram mantidos a sombra na semana 1 foram expostos ao estresse térmico na semana 2 e os que foram expostos ao estresse térmico na semana 1 permanecem na sombra na semana 2. Este procedimento foi realizado mensalmente durante 5 meses (de outubro a fevereiro).

A determinação do estresse térmico foi realizada usando como referência o índice de tolerância ao calor:  $ITC = 10 (TR_2 - TR_1)$ , determinado por Baccari Junior et al. (1986).

As medidas ambientais foram obtidas com aparelhos de medições de temperatura e umidade



HOBO data logger temp/RH/2 ext channels e foram referentes aos períodos em que os animais permaneceram no curral.

Os parâmetros fisiológicos estudados foram: frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), temperatura retal (TR) e temperatura da superfície (TS).

A frequência respiratória (FR, mov/min) foi obtida pela auscultação indireta das bulhas, com auxílio de estetoscópio flexível e cronômetro, contando-se o número de movimentos durante 15 segundos, multiplicando o valor por quatro, obtendo-se a FR em um minuto.

A frequência cardíaca (FC, bat/min) foi obtida com auxílio de estetoscópio flexível e cronômetro contando-se o número de batimentos durante 15 segundos, multiplicando o valor por quatro, obtendo-se a FC em um minuto.

Para obtenção da temperatura retal (TR, °C) foi utilizado um termômetro clínico veterinário com escala até 44 °C, introduzido no reto do animal (3,5 cm de profundidade), permanecendo por um período de dois minutos.

A temperatura da superfície (TS, °C) foi determinada por meio da média da temperatura da pele de sete pontos distintos do corpo do animal: frente, pescoço, costado, lombo, coxa, ventre e canela com o auxílio de um termômetro infravermelho digital sem contato.

#### **2.4. Análise Estatística**

Os dados coletados foram analisados utilizando o procedimento GLM do programa SAS 9.2, em que foi realizado o teste Tukey a fim de verificar se existiram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) do efeito da raça em relação à média das características avaliadas. Também foram estimadas as correlações de Pearson, bem como suas significâncias ( $P < 0,05$ ) entre as características.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Durante o período estudado a temperatura ambiental (TA) variou de 35.0 a 42.0°C e a umidade relativa (UR) de 23 a 43%. De acordo com Santos et al. (2005) a TA, que proporciona conforto para bovinos, se situa entre 1°C e 16°C para raças européias e 10°C e 27°C para raças zebuínas.

Na tabela 1 apresentam-se os valores médios dos indicadores fisiológicos para animais da raça Nelore e Caracu expostos ao sol durante o período da tarde.



12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018  
01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo  
ISBN 978-85-7029-145-5

**Tabela 1** – Estatística descritiva dos parâmetros fisiológicos mensurados como indicadores de estresse térmico de bovinos das raças Nelore e Caracu no período da tarde.

Variáveis <sup>1</sup>	Nelore			Caracu		
	Média ( $\pm$ DP*)	Mínimo <sup>2</sup>	Máximo <sup>3</sup>	Média ( $\pm$ DP)	Mínimo	Máximo
FR (mpm)	34,94 $\pm$ 6,46	22,00	48,00	34,93 $\pm$ 7,39	24,00	50,00
FC (bpm)	88,85 $\pm$ 7,96	72,00	108,00	89,36 $\pm$ 9,14	60,00	114,00
TS (°C)	40,61 $\pm$ 2,96	33,8	48,00	42,89 $\pm$ 3,63	34,4	50,1
TR (°C)	39,08 $\pm$ 0,30	38,4	39,9	38,97 $\pm$ 2,26	38,14	40,4

<sup>1</sup>FR: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; TS: temperatura superficial; TR: temperatura retal; mpm: movimentos por minuto; bpm: batimentos por minuto. <sup>2</sup> Mínimo: valores mínimos obtidos dos parâmetros mensurados <sup>3</sup>Máximo: valores máximos obtidos dos parâmetros mensurados \*DP: desvio padrão das médias.

Em temperaturas elevadas, um dos principais meios que os bovinos possuem para dissipar calor é através da via respiratória. Segundo Silanikove (2000), os respectivos valores de frequência respiratória de 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 120 movimentos por minuto indicam baixo, médio e alto estresse para ruminantes, e acima de 200 movimentos por minuto o estresse é caracterizado como severo. Durante o período de estudo, as médias obtidas para animais das raças Nelore e Caracu se apresentaram dentro dos limites de normalidade para FR, sugerindo uma habilidade das mesmas em realizar a troca de calor via evaporação (suor). Este resultado assemelha-se aos encontrados por Barbosa et al. (2014) avaliando bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira.

De acordo com Feitosa (2004) os valores normais de frequência cardíaca para bovinos adultos mantidos em repouso com temperatura ambiente moderada, se encontram entre 60 a 80 batimentos por minuto. Os valores para FC avaliados encontraram-se um pouco acima da normalidade. Ferreira et al. (2006) afirmam que essa variável está susceptível a variações intrínsecas, como inquietação, e extrínsecas que se referem ao ambiente em si, podendo indicar um início de estresse.

Dukes (1996) determinou que o limite de 38,0 a 39,3°C para temperatura retal indica a variação normal para bovinos adultos. As médias obtidas para TR encontram-se dentro da normalidade, indicando que as perdas de calor foram eficientes através de outros mecanismos sem que houvesse alteração da mesma.

Na tabela 2 estão descritos os coeficientes de correlação (R) entre os indicadores fisiológicos e os parâmetros climáticos.



**Tabela 2** - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis mensuradas como indicadores de estresse térmico de bovinos das raças Nelore e Caracu no período da tarde.

Variáveis <sup>1</sup>	Nelore			Caracu		
	TA	TGN	UR	TA	TGN	UR
FR (mpm)	0,3072	0,46601*	-0,5618*	-0,01574	0,40405*	-0,62443*
FC (bpm)	0,21469	0,13303	-0,10476	0,12968	0,26198*	-0,36176*
TS (°C)	0,26718*	-0,22202	0,24221*	0,30143*	-0,25724*	0,17245
TR (°C)	-0,01609	0,07652	0,22095	-0,02475	-0,0677	-0,03072

<sup>1</sup>FR: frequência respiratória; FC: frequência cardíaca; TS: temperatura superficial; TR: temperatura retal; TA: temperatura do ambiente; TGN: temperatura do globo negro; UR: umidade relativa; mpm: movimentos por minuto; bpm: batimentos por minuto \*P<0,05

Tanto para os animais da raça Nelore quanto para os da raça Caracu a FR apresentou correlação positiva ( $P<0,05$ ) com temperatura do globo negro (TGN) e correlação negativa ( $P<0,05$ ) com umidade relativa (UR) (Tabela 2). Isso indica que com o aumento da temperatura e diminuição da UR há aumento da frequência respiratória. Segundo Medeiros e Vieira (1997) o aumento da temperatura causa aceleração do ritmo respiratório, com finalidade de gerar perda de calor por via evaporativa, pois o aquecimento do ar inspirado rouba calor do organismo no interior do aparelho respiratório.

No que se refere à FC os animais da raça Caracu apresentaram correlação positiva ( $P<0,05$ ) com a TGN e correlação negativa ( $P<0,05$ ) com a UR (Tabela 2).

Os dados obtidos no estudo são similares aos de Avila et al. (2013) realizado com vacas holandesas, onde FR e FC apresentaram correlações positivas com os índices bioclimáticos avaliados.

A correlação foi positiva ( $P<0,05$ ) entre temperatura superficial e temperatura do ambiente, para as duas raças. Para a raça Caracu houve correlação negativa de TS ( $P<0,05$ ) com TGN (Tabela 2). Para a raça Nelore houve correlação positiva de TS ( $P<0,05$ ) com UR (Tabela 2). De acordo com Chemineau (1993) a vasodilatação periférica é um dos mecanismos utilizados pelos animais para manterem sua temperatura corpórea constante, isso possibilita o aumento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal e assim, aumenta a temperatura da superfície do animal e resfriando seu interior.

A temperatura retal não apresentou correlações significativas com nenhuma variável, em ambas as raças. Gaughan et al. (2000) ressaltam que o aumento da temperatura retal não é visto como um mecanismo de termorregulação, mas sim como o resultado da incapacidade dos



mecanismos de termorregulação em eliminar o excesso de calor. Sendo assim, as duas raças se mostraram eficientes em dissipar o calor através dos mecanismos fisiológicos, não alterando significativamente sua temperatura retal.

Para o parâmetro ITC, não houve diferenças estatísticas entre as raças Nelore e Caracu, cujos respectivos valores médios foram 9,53 e 9,77. Portanto, independente da raça, em situações de estresse térmico as duas apresentam valores de ITC semelhantes próximos a 10, o que indica que são tolerantes ao ambiente ao qual foram submetidos.

Tais resultados foram semelhantes aos descritos por Titto et al. (2006), que avaliando bovinos das raças zebuínas quando submetidos ao estresse térmico, apresentaram valores médios de ITC de 9,7. Também foram semelhantes aos de Barbosa (2014), que encontrou valores médios de ITC de 9,8 para raças zebuínas sob as mesmas condições. Na avaliação de bovinos da raça Pantaneira (*bos taurus*) Barbosa (2012) encontrou valores médios de ITC de 9,6 indicando que apesar de ser uma raça taurina, também se mostra tolerante ao calor.

#### **4. CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados observados no presente estudo pôde-se concluir que as correlações significativas entre os indicadores fisiológicos e as variáveis ambientais indicam que o aumento da temperatura ambiente e diminuição da umidade relativa causam a elevação dos indicadores fisiológicos para as raças Nelore e Caracu, porém, o fato da temperatura retal não apresentar diferença significativa com nenhuma variável ambiental aponta que, nas condições experimentais desse estudo, os animais foram eficientes em dissipar calor através dos mecanismos de termorregulação. Além disso, bovinos das raças Nelore e Caracu, se mostraram adaptados ao ambiente tropical e tolerantes ao estresse térmico, uma vez que nesse estudo, ambas as raças apresentaram ITC próximo a 10.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Ao Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica em Bovinos de Corte (Centro APTA Bovinos de Corte), Sertãozinho-SP, pela oportunidade de estágio, e ao CNPq pela bolsa concedida. Projeto financiado pela FAPESP (Processo 2016/19222-1)





## 6. REFERÊNCIAS

- BACCARI JUNIOR, F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C. A.; ASSIS, P. S. Um novo índice de tolerância ao calor para bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande: SBZ, p. 316, 1986.
- BARBOSA, B.R.P.; SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P.D.; EGITO, A.A.; COMASTRI, J.A. Tolerância ao calor em bovinos das raças nelore branco, nelore vermelho e pantaneira. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.15, n.14, p.854-865. 2014.
- BARBOSA, BRP; SANTOS, S., de ABREU, U. G. P., MCMANUS, C., do EGITO, A. A., COMASTRI FILHO, J. A; JULIANO, R. S.; PAIVA, S. R.; Índice de tolerância ao calor em bovinos pantaneiros na região do Pantanal, Brasil. In: **Embrapa Pantanal-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. Anais...[S.l.]: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. **Livestock production Science**, [S.l.], v. 5, n. 1, p. 57-69, 1978.
- BROWN-BRANDL, T. M.; EINGENBERG, R. A.; NIENABER, J. A.; HAHN, G. L. Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle. Part 1: Analyses of indicators. **Byossistem Engineering**, 90, 4, 451-462, 2005.
- CATTELAM, J.; VALE, M. M. Estresse térmico em bovinos. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v.108, p.96–102, 2013.
- CHEMINEAU, P. (1993). Medio ambiente y reproducción animal. *World Animal Review*. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/V1650T/v1650T04.htm>>. Acessado em: 12 julho de 2018.
- CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 528 p, 1999.
- DALCIN, V. C. **Parâmetros fisiológicos em bovinos leiteiros submetidos ao estresse térmico**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia - Produção animal) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 856 p. 1996.
- FACCENDA, A.; PANAZZOLO, D. M. Avaliação e correlação de parâmetros fisiológicos e índices bioclimáticos de vacas holandês em diferentes estações. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 14, n. 14, p. 2878-2884, 2013.
- FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 5, p. 732-738, 2006.
- GAUGHAN, J. B.; MADER, T. L.; HOLT, S. M.; JOSEY, M. J.; ROWAN K. J. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2398–2405, 1999.
- HOPKINS, P.S.; KNIGHTS, G. I.; LEFEURE, A.S. Studies of the environmental physiology of tropical Merinos. **Australian Journal Agriculture Research**, East Medelaine, v. 29, n.1, p. 61-71, 1978.
- MCMANUS, C.; PALUDO, G. R.; LOUVANDINI, H.; GUGEL, R.; SASAKI, L. C. B.; PAIVA, S. R. Heat tolerance in Brazilian sheep: physiological and blood parameters. **Tropical Animal Health and Production**, Edinburgh, v. 41, n. 1, p. 95 –101. 2009.



**12º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2018**  
**01 a 03 de agosto de 2018 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-145-5**

MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia animal**. 1997. Disponível em: [http://www.iz.ufrj.br/zootecnia\\_draa/biblioteca/Fernando/apostila%20I.pdf](http://www.iz.ufrj.br/zootecnia_draa/biblioteca/Fernando/apostila%20I.pdf). Acesso em: 12 de julho de 2013.

SANTOS, S. A.; McMANUS, C.; SOUZA, G. S.; SORIANO, B.M.A.; SILVA, R.A.M.S.; COMASTRI FILHO, J.A.; ABREU, U.G.P.; GARCIA, J.B. Variações da temperatura corporal e da pele de vacas e bezerros das raças Pantaneira e Nelore no Pantanal. **Archivos de Zootecnia**, v.54, p.237-244, 2005.

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

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

SMITH, T. R.; CHAPA, A.; WILLARD, S.; HERNDON, C.; WILLIAMS, R. J.; CROUCH, J.; RILEY, T.; POGUE, D. Evaporative tunnel cooling of dairy cows in Southeast I: effect in body temperature and respiration rate. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n., p. 3904-3914, 2006.

ST-PIERRE, N. R.; COBANOV, B.; SCHNITKEY, G. Economic losses from heat stress by US livestock industries. **Journal of Dairy Science**, 86, 52-77 (E-Suppl.), 2003.

TITTO, C.G.; TITTO, E.A.L.; VIEIRA, R.V.; GLASER, F.D.; TITTO, R.M.; ABLAS, D.S.; PEREIRA, A.M.F.; CUNHA LEME, T.M.; GATTO, E.G.; RAINERI, C. Tolerância ao calor em bovinos de corte de raças europeias utilizadas em cruzamentos industriais no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 4., 2006, Ribeirão Preto, São Paulo. **Anais...** Ribeirão Preto: SBBiomet, 2006.