

**Correlação entre variáveis ambientais e fisiológicas de novilhas leiteiras mestiças**

Gabriella Pereira de Souza<sup>1</sup>, Patrícia Kelly de Moraes Brettas<sup>2</sup>, Ednaldo Carvalho Guimarães<sup>3</sup>, Lorena Martins Araújo<sup>4</sup>, Paulo Victor Durant de Carvalho<sup>2</sup>, Willian Rodrigues Valadares<sup>4</sup>, Ana Luíza Franco<sup>4</sup>, Mara Regina Bueno de Mattos Nascimento<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Discente do curso de Zootecnia, FAMEV- Universidade Federal de Uberlândia - UFU, e-mail: gabriellapereiraudi@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, FAMEV - Universidade Federal de Uberlândia - UFU, e-mail: pattybrettas@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Professor, Doutor, Faculdade de Matemática - FAMAT, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: ecg@ufu.br

<sup>4</sup> Discente do curso de Medicina Veterinária, FAMEV- Universidade Federal de Uberlândia

<sup>5</sup> Professora, Doutora, Faculdade de Medicina Veterinária - FAMEV, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, e-mail: maran@ufu.br

**Resumo:** Devido às perdas produtivas e reprodutivas, têm sido propostos estudos para avaliar indivíduos mais adaptados ao estresse pelo calor. Assim, objetivou-se correlacionar medidas fisiológicas de termorregulação de novilhas leiteiras mestiças e variáveis do ambiente térmico em Uberlândia-MG, Brasil. Oito novilhas mestiças foram expostas ao sol das 09h às 13h. Após, os animais foram conduzidos para o tronco para quantificar frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR) e temperatura corporal superficial (TCS). Simultaneamente, foram obtidas a temperatura de bulbo seco ( $T_A$ ), a temperatura de bulbo úmido ( $T_U$ ), a temperatura do globo negro ( $T_G$ ) e a velocidade do vento (V). Realizou-se a estatística descritiva dos dados e a correlação simples de Pearson entre as variáveis fisiológicas e ambientais. As variáveis fisiológicas apresentaram média de FR 41,97 mov.min<sup>-1</sup>, TR de 38,8°C e TCS no flanco preto e no flanco branco foram, respectivamente de 35,82°C e 35,04°C. Referente às variáveis ambientais, a  $T_A$  média foi 29,96°C, a  $T_G$  média, 41,73°C, a V teve uma variação de 0 a 1,2 m.s<sup>-1</sup> e a umidade relativa do ar (UR) variou de 39% a 80%. A TR não correlacionou com nenhuma das variáveis ambientais avaliadas. A FR teve as maiores correlações com a  $T_G$  e a V. Por fim, a TCS, seja no flanco branco ou no preto, teve as correlações mais expressivas com a  $T_A$  e com a  $T_G$ . A temperatura ambiente e do globo e velocidade do vento influenciam diretamente na frequência respiratória de novilhas leiteiras mestiças criadas em Uberlândia MG e estas são adaptadas às condições meteorológicas da região.

**Palavras-chave:** ambiente tropical, estresse térmico, gado leiteiro

---

Os autores deste trabalho são os únicos responsáveis por seu conteúdo e são os detentores dos direitos autorais e de reprodução. Este trabalho não reflete necessariamente o posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Biometeorologia (SBBiomet).

The authors of this paper are solely responsible for its content and are the owners of its copyright. This paper does not necessarily reflect the official position of the Brazilian Society of Biometeorology (SBBiomet).

---

## Introdução

Sabe-se que uma elevação de apenas 0,5°C na temperatura corporal profunda da vaca já é capaz de prejudicar o seu desempenho. Assim, um dos fatores essenciais para se obter uma alta produtividade é a zona de termoneutralidade, a qual é uma faixa de temperatura ambiente em que o gasto de energia dos animais para manterem a sua temperatura corporal interna constante é mínimo. Já sob estresse por calor, surgem consequências negativas como redução na fertilidade e na produção de leite (Gebremedhin et al., 2016). Bovinos oriundos do cruzamento taurinos com zebuínos são mais tolerantes ao calor. Porém, bovinos mestiços necessitam de instalações e de manejo que amenizem os efeitos do ambiente térmico para apresentarem uma produtividade satisfatória (Almeida Neto et al., 2014).

Os efeitos do estresse térmico são avaliados por alterações produtivas, comportamentais e fisiológicas, como a temperatura retal, temperatura corporal superficial, frequência respiratória e cardíaca (Costa et al., 2015). Mas, há também os índices ambientais, cujo objetivo é expressar a intensidade do estresse térmico e os seus resultados possibilitam uma avaliação do ambiente e uma comparação dos resultados zootécnicos de diferentes regiões (Silva et al., 2007).

Devido às perdas produtivas, têm sido propostos estudos para avaliações individuais de termorregulação, determinando, dentro de uma mesma raça ou categoria animal, indivíduos mais adaptados ao estresse pelo calor (Passini et al., 2014). Souza et al. (2010) ressaltam ainda a importância da regionalização desses estudos, pois o país apresenta uma grande diversidade climática e pela presença da pecuária leiteira em mais de 80% dos municípios do Brasil.

Portanto, neste estudo, objetivou-se correlacionar variáveis ambientais e fisiológicas de novilhas leiteiras mestiças em Uberlândia-MG.

## Material e métodos

O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia, protocolo 118/2016 e realizado entre novembro de 2016 e fevereiro de 2017, em Uberlândia. Cidade localizada no Triângulo Mineiro, oeste de Minas Gerais, Brasil, 869m de altitude, 18° 56' 38" de latitude sul e 48° 18' 39" de longitude oeste (Maywald e Marçal Junior, 2013).

Foram utilizadas 08 novilhas mestiças, criadas a pasto, sendo 5 totalmente pretas e 3 malhadas. Em média 5 dias por mês, em dias ensolarados e sem chuva, os animais foram expostos ao sol no curral de manejo das 09:00h às 13:00h. Após tal desafio, elas foram conduzidas para o tronco para a mensuração da frequência respiratória, temperatura retal e temperatura corporal superficial.

A frequência respiratória foi medida pela contagem do número de movimentos da região do flanco. A temperatura retal foi obtida com o auxílio de um termômetro clínico veterinário de mercúrio, o qual permaneceu na mucosa retal durante dois minutos na profundidade de 5 cm. Por fim, a temperatura corporal superficial foi medida no flanco com um termômetro digital infravermelho, direcionado perpendicularmente à superfície do corpo e afastado a 10 cm da mesma. Nas novilhas malhadas, a TCS foi mensurada separadamente na região branca e na preta.

Simultaneamente, a temperatura de bulbo seco e de bulbo úmido foram obtidas por um termohigrômetro de mercúrio. A temperatura do globo negro foi quantificada pelo termômetro de globo colocado a 0,9 m de altura e exposto ao sol. A velocidade do vento foi mensurada pelo anemômetro. Para garantir que cada resposta animal foi resultante de uma determinada condição ambiental, as variáveis ambientais foram coletadas no momento das mensurações feitas em cada novilha.

Foi utilizado o programa Excel Action® 2.9 para a análise dos dados. Foi realizada a estatística descritiva (média, mediana, desvio padrão, desvio padrão da média, valor mínimo e valor máximo) dos parâmetros fisiológicos e das variáveis ambientais. Além disso, também foi empregada a correlação simples de Pearson, com significância de 5%, para verificar possíveis interações entre as variáveis fisiológicas e ambientais.

## Resultados e discussão

A temperatura do ar ( $T_A$ ) esteve dentro da zona de conforto térmico para o gado leiteiro mestiço, que de acordo com Miranda e Freitas (2009) está entre 5°C e 31°C. A temperatura do globo  $T_G$  foi maior que  $T_A$  demonstrando a intensidade da radiação sobre os animais no período mais quente do dia (Fonsêca et al., 2016). A  $V$  observada foi baixa, Hahn (1985) preconiza 2,2 m.s<sup>-1</sup> como ótimo para vacas lactantes. Já a umidade relativa do ar (UR) esteve próxima da normalidade, pois variou de 39% a 80% (Tabela 1) e

o ideal é que varie entre 40% e 70% (Starling et al., 2002). Deve ser enfatizado que os meses do experimento (novembro a fevereiro) são de grande concentração de chuvas na região (primavera e verão).

A frequência respiratória manteve-se dentro da normalidade de acordo com Almeida Neto et al. (2014). Pires e Campos (2004) citam a seguinte classificação de estresse por calor de acordo com a FR: ausência de estresse (23 mov.min<sup>-1</sup>); há estresse, mas está sob controle (45 a 65 mov.min<sup>-1</sup>); início do estresse térmico (70 a 75 mov.min<sup>-1</sup>); estresse acentuado (90 mov.min<sup>-1</sup>); estresse severo com grandes perdas (100 a 120 mov.min<sup>-1</sup>) e estresse mortal, em que os animais expõem a língua e salivam muito, não conseguem se alimentar ou beber água (120 mov.min<sup>-1</sup>). Assim, a FR das novilhas esteve próxima ao limite mínimo de uma situação em que existe estresse, porém é controlado. Dessa forma, indica a adaptação dessas novilhas ao calor, principalmente se for considerado que as variáveis fisiológicas foram obtidas após 4 horas de exposição ao sol.

A TR apresentou valores dentro da normalidade, pois de acordo com Cattellam e Vale (2013) a TR fisiológica para bovinos situa-se entre 38°C e 39,5°C. Gaughan et al. (2000) afirmam que o aumento da TR não é um mecanismo de termorregulação, mas sim o resultado do equilíbrio térmico, ou seja, é a consequência da incapacidade dos mecanismos de termorregulação em eliminar o excesso de calor. Portanto, podemos afirmar que as novilhas, por manterem a sua TR média normal, obtiveram sucesso na dissipação de calor para o ambiente. Contudo, a TCS média apresentou levemente alta, tanto no flanco preto quanto no branco, pois em regiões de clima quente, o seu intervalo normal é entre 31,6°C e 34,7°C (Martello et al., 2004). Silva et al. (2014) encontraram um TCS média ainda mais elevada para a região preta, 39,1°C, mas é importante notar que essa pesquisa foi desenvolvida com vacas holandesas no semi-árido brasileiro, área de intensa radiação solar e elevadas temperaturas. No flanco preto há maior absorção de calor em relação à região com pelo branco (Silva e Maia, 2011).

Tabela 1 - Valores das variáveis ambientais em Uberlândia, MG e variáveis fisiológicas de novilhas leiteiras mestiças.

<b>Mensurações</b>	<b>Média e Desvio- Padrão da Média</b>	<b>Variação</b>
Temperatura do ar (°C)	29,96 ± 0,13	24,5 a 33
Temperatura do globo (°C)	41,73 ± 0,35	29 a 50,5
Velocidade do vento (m.s <sup>-1</sup> )	0,11 ± 0,02	0 a 1,2
Umidade Relativa (%)	50,51 ± 0,53	39,22 a 80,61
Temperatura Radiante Média (°C)	83,04 ± 5,49	29 a 251,34
Temperatura Retal (°C)	38,85 ± 0,03	38 a 40,2
Frequência Respiratória (mov.min <sup>-1</sup> )	41,97 ± 0,89	20 a 76
Temperatura Corporal Superficial (°C) -Flanco Preto	35,82 ± 0,11	28,8 a 39,1
Temperatura Corporal Superficial (°C) -Flanco Branco	35,04 ± 0,18	30,9 a 37,6

A TR não apresentou correlação significativa com nenhuma das variáveis ambientais avaliadas (Tabela 2). Já a FR apresentou uma correlação significativa e direta com a T<sub>A</sub> e com a T<sub>G</sub>, demonstrando a sua elevação com o aumento de ambas temperaturas. Para o gado em locais quentes, a evaporação respiratória é um mecanismo essencial de perda de calor, pois a mesma depende apenas do diferencial de pressão de vapor entre as vias respiratórias e a atmosfera. Já a perda de calor por convecção depende do diferencial de temperatura entre o corpo do animal e o ambiente, que é menor nas regiões mais quentes (Silva et al., 2014). A maior correlação entre a FR e a T<sub>G</sub>, quando comparada com a correlação entre a FR e a T<sub>A</sub>, evidencia a importância do sombreamento para o conforto térmico em regiões localizadas entre os trópicos. Zanin et al. (2016) destacam que as vacas conseguem selecionar as áreas com maior sombreamento e optam por elas nas horas mais quentes do dia, mesmo quando a temperatura ambiente não é tão elevada.

Já a relação entre a FR e a V (Tabela 2) foi significativa e negativa, ou seja, à medida que a V aumenta, a FR tende a reduzir sua intensidade. Em ambientes tropicais, a severidade do estresse por calor é, em geral, resultante do efeito combinado de temperatura e umidade altas, elevada incidência de radiação solar e baixa velocidade do vento, o que reduz a eficiência da perda de calor (Silva et al., 2014).

A FR, a TCS (flanco preto e branco) apresentou uma correlação significativa e direta com a  $T_A$  e a  $T_G$  (Tabela 2). Segundo Barbosa et al. (2014), a TCS aumenta significativamente quando os animais estão expostos ao sol, pois há um decréscimo do gradiente térmico entre a superfície do organismo e o meio ambiente, diminuindo a perda de calor pelos mecanismos de radiação e convecção. Portanto, a TCS só contribui para a manutenção da temperatura corporal mediante trocas térmicas com o ambiente em temperaturas mais amenas.

Tabela 2 - Coeficientes de correlação entre as variáveis ambientais e fisiológicas.

Variáveis Ambientais	Temperatura Retal	Frequência Respiratória	Temperatura Corporal Superficial (Flanco Preto)	Temperatura Corporal Superficial (Flanco Branco)
Temperatura ambiente	0,056	0,197*	0,595*	0,560*
Umidade relativa	0,135	0,029	-0,357*	-0,210
Temperatura do globo	-0,026	0,247*	0,576*	0,431*
Velocidade do vento	-0,046	-0,220*	-0,334*	-0,161

\* $P < 0,05$

Já a correlação entre a TCS e a UR e a V foi negativa para o flanco preto e branco, mas significativa apenas para o primeiro. Apesar do calor permanecer na superfície do corpo quando a TRM é superior à TCS, esta passa a diminuir com a ação do vento e com uma consequente elevação da evaporação cutânea (Silva et al., 2014). Portanto, o excesso de calor do corpo do animal é mais facilmente dissipado para o ambiente quando este apresenta níveis de UR não tão elevados e uma maior V (Mader et al. 2010). Tonello (2011) observou que o aumento da V promoveu uma elevação linear no nível de produção das vacas de alta e baixa produção leiteira. De acordo com Silva (2000), a UR é diretamente proporcional à dependência do animal por mecanismos evaporativos para a sua termorregulação.

#### Conclusão

As temperaturas do ar e do globo e a velocidade do vento influenciaram diretamente na frequência respiratória e na temperatura corporal superficial de novilhas leiteiras mestiças e estas mostraram-se adaptadas às condições meteorológicas de Uberlândia, MG, Brasil.

#### Referências

- Almeida Neto LA, Pandorfi H, Almeida GL, Guiselini C (2014) Climatização na pré-ordenha de vacas Girolando no inverno do semiárido. R Bras Eng Agrí Amb 18:1072-1078. [dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n10p1072-1078](https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n10p1072-1078)
- Barbosa BRP, Santos SA, Abreu UGP, Egito AA, Comastri Filho JA, Juliano RS, Paiva SR, McManus, C (2014) Tolerância ao calor em bovinos das raças Nelore branco, Nelore vermelho e Pantaneira. R Bras Saú Prod Anim 15:854-865.
- Cattellam J, Vale MM (2013) Estresse térmico em bovinos. R Port Ciênc Vet 108:96-102.
- Costa ANL, Feitosa JV, Montezuma P A, Souza PT, Araújo AA (2015) Rectal temperatures, respiratory rates, production, and reproduction performances of crossbred Girolando cows under heat stress in northeastern Brazil. Inter j biomet 59:1647-1653. doi: 10.1007/s00484-015-0971-4.
- Fonsêca VDFC, Cândido EP, Gonzaga Neto S, Saraiva EP, Furtado DA, Gama JFP, Nascimento GV, Saraiva CAS, Almeida GHO (2016) Thermoregulatory responses of sindhi and guzerat heifers under shade in a tropical environment. Sem Ciênc Agrár 37:4327-4338.
- Gaughan JB, Holt SM, Hahn GL, Mader TL, Eigenberg, R (2000) Respiration Rate – Is It a Good Measure of Heat Stress in Cattle? Asian-Australasian J Anim Sci 13:329- 332.
- Gebremedhin KIFLEG, Binxin W, Perano K (2016) Modeling conductive cooling for thermally stressed dairy cows. J therm bio 56:91-99.
- Hahn GL (1985) Management and housing of farm animals en hot environments. In: YOUSEF, M.K. (Ed.) Stress physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press 2:151-174.
- Mader TL, Johnson LJ, Gaughan JB (2010) A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. J Anim Sci 88:2153-2165.
- Martello LS, Savastano Júnior H, Silva SL, Titto EAL (2004) Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. R Bras Zootec 33:181-191.

- Maywald, PG, Marçal Júnior O (2013) Estrutura de Áreas protegidas dos assentamentos de reforma agrária no município de Uberlândia-MG, Brasil: um estudo de ecologia de paisagem. *R Soci Nature* 25:75-90.
- Miranda JEC, Freitas AF (2009) Raças e tipos de cruzamentos para produção de leite. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite 12p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 98).
- Passini R, Barros BCE, Macena TC 2014. Teste de tolerância ao calor em bovinos girolandos cruzados no centro-oeste do Brasil. *Act Vet Bras* 8: 163-168. <http://dx.doi.org/10.21708/avb.2014.8.3.3554>
- Pires MFA, Campos AT (2004) Modificações ambientais para reduzir o estresse calórico em gado de leite. EMBRAPA, Juiz de Fora, MG p.1-6.
- Silva RG (2000) Introdução à bioclimatologia animal. São Paulo: Nobel 286p.
- Silva RG, Maia ASC (2011) Evaporative cooling and cutaneous surface temperature of Holstein cows in tropical conditions. *Braz J Anim Sci* 40:1143-1147. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000500028>
- Silva RG, Maia ASC, Costa LLM (2014) Index of thermal stress for cows (ITSC) under high solar radiation in tropical environments. *Inter J Biomet* 59:551-559. doi: 10.1007/s00484-014-0868-7
- Silva RG, Moraes DAEF, Guilhermino MM (2007) Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *R Bras Zootec* 36:1192-1198. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982007000500028>
- Souza BD, Silva IJO, Mellace, EM, Santos RFS, Zotti CA, Garcia PR (2010) Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. *Agropec Cient Semiár* 6:59-65.
- Starling JMC, Silva RG, Cerón-Muño M, Barbosa GSSC, Costa M.J.R.P (2002) Análise de Algumas Variáveis Fisiológicas para Avaliação do Grau de Adaptação de Ovinos Submetidos ao Estresse por Calor. *R Bras Zootec* 31:2070-2077.
- Tonello CL (2011) Validação de Índice de Conforto Térmico e Zoneamento Bioclimático da Bovinocultura de Leite. 2011. 140f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Zanin E, Bichel A, Mangilli LG (2016) Bem-estar de vacas leiteiras em sistema silvipastoril. *PUBVET* 10:381-387.