

## TESTE DE TOLERÂNCIA AO CALOR EM BOVINOS GIROLANDOS CRUZADOS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL

[Heat tolerance index in bovine girolando crossbred in the center-west of Brazil]

Roberta Passini\*, Bruno de Carvalho Barros<sup>1</sup>, Tânia Cristina Macena<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bolsista de Iniciação Científica, Universidade Estadual de Goiás, Curso de Engenharia Agrícola.

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia Agrícola, UEG, UnUCET.

**RESUMO** – O objetivo do presente estudo foi aplicar o Índice de Tolerância ao Calor (ITC) em animais girolandos com dois grupos genéticos e validar seu uso para bovinos leiteiros. O experimento foi inteiramente casualizado. Foram utilizadas 20 fêmeas da raça girolando, sendo 10 animais  $\frac{1}{2}$  sangue e 10 animais  $\frac{5}{8}$  de consangüinidade. Foi aplicado o ITC em 3 dias não consecutivos, o qual consiste na mensuração da temperatura retal, antes e após a exposição à radiação solar direta por uma hora. Houve diferença estatística significativa para o ITC ( $P < 0,05$ ) pelo Teste “t” entre os dois grupos genéticos. Foram observados valores médios de ITC de 9,51 e 9,72, respectivamente para os animais  $\frac{1}{2}$  sangue e  $\frac{5}{8}$  girolando; indicando a maior tolerância ao calor para o grupo  $\frac{5}{8}$ . Com base nos resultados obtidos conclui-se que é possível validar o uso do ITC como ferramenta para seleção de grupos ou linhagens de bovinos leiteiros mais tolerantes ao estresse térmico.

**Palavras-Chave:** estresse térmico; gado de leite; termorregulação.

**ABSTRACT** – The objective of the present research was to apply the Heat Tolerance Index (HTI) in girolando cows with two genetic groups and validate its use for dairy cows. The experiment was entirely randomized. Twenty girolando females were utilized, being 10 animals  $\frac{1}{2}$  blood and 10 animals  $\frac{5}{8}$  of consanguinity. HTI was applied in three days no consecutive, which consists in the measurement of the rectal temperature, before and after the exhibition of the direct solar radiation for one hour. There was significant difference HTI ( $P < 0,05$ ) for the Test "t" among the two genetic groups. The medium values of HTI were 9,51 and 9,72 respectively for the animals  $\frac{1}{2}$  blood and  $\frac{5}{8}$  girolando; indicating the largest tolerance to the heat for the  $\frac{5}{8}$  group. Can be to concluded that is possible to validate the use of HTI as tool for selection more tolerant groups or dairy cows lineages resistant to the heat stress.

**Keywords:** heat stress; dairy cows; thermoregulation.

---

\* Autor para correspondência. E-mail: e-mail: rpassini@ueg.br.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é um país predominantemente de clima tropical, com altas temperaturas médias durante o ano, o que acarreta estresse térmico aos animais de produção. O estresse provoca uma série de desequilíbrios fisiológicos que, por sua vez, causam um aumento nos requerimentos de energia líquida para manutenção, o que provoca uma diminuição na energia disponível para os processos produtivos (Silva, 2000).

A tolerância ao calor varia de acordo com a espécie, raça e dentro de raças. O fato de possuir uma tolerância ao calor elevada ou uma maior adaptação, permite ao animal uma melhor resposta termorregulatória, facilitando a manutenção do equilíbrio homeotérmico (Vieira, 2003). Segundo Silva (2000), animal tolerante ao calor é aquele que possui habilidade para manter a temperatura corpórea sob temperatura ambiente elevada, apresentando ainda os processos fisiológicos e produtivos normais.

O índice de temperatura e umidade (ITU), que relaciona temperatura e umidade relativa do ar, é o mais utilizado pelos pesquisadores para avaliação do estresse térmico, Ricci et al. (2013) indica valores de ITU superiores a 76 como indicadores de estresse para bovinos da raça holandesa. Contudo, tem-se ainda, de acordo com Baêta e Souza (2010), o índice de temperatura equivalente (ITE), o qual foi desenvolvido por Baêta (1985), sendo inicialmente utilizado para avaliar o conforto térmico de vacas holandesas pretas e brancas em câmara climática. O índice engloba os efeitos da temperatura, umidade e velocidade do ar em um único valor.

O Índice de Tolerância ao Calor (ITC) proposto por Baccari Júnior (1986) foi inicialmente desenvolvido para a espécie bubalina, apresentando alta correlação com o ganho de peso. Posteriormente, foi validado por Titto et al. (1994), mostrando-se efetivo também para a avaliação de bovinos de corte. O ITC de Baccari consiste em um teste que avalia o grau de tolerância de um animal considerando a temperatura retal como parâmetro fisiológico. Segundo Rocha (2008), a importância deste índice é que o mesmo se baseia em medições feitas nos animais, diferentemente do que ocorre com índices biofísicos, os quais avaliam variáveis climáticas e suas combinações. Ainda segundo Ferreira et al. (2006), a frequência respiratória e a temperatura retal são importantes parâmetros para a avaliação do estresse térmico em bovinos.

Considerando os problemas que o ajuste ao ambiente térmico causa ao desempenho produtivo, tem sido propostos modelos para avaliações

individuais de termorregulação determinando, dentro de uma mesma raça ou categoria animal, indivíduos mais adaptados ao estresse térmico. Por meio de tais estudos é possível realizar adequações ambientais, juntamente com a seleção de grupos geneticamente mais tolerantes, culminando com a maior eficiência nos sistemas de produção, particularmente nos extensivos e semi-extensivos (Silva, 2005). Contudo, poucos são os estudos validando o uso do índice de tolerância ao calor (Baccari Junior, 1986) para o gado de leite, não sendo encontrada literatura semelhante em rebanhos da raça Girolando.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo aplicar o Índice de Tolerância ao Calor de Baccari em diferentes grupos genéticos da raça Girolando, com  $\frac{1}{2}$  e  $\frac{3}{8}$  graus de cruzamento Holandês x Gir, buscando uma metodologia simples para a escolha de indivíduos mais adaptados às condições de clima quente.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda JR, município de Luziânia, localizada na região leste do Estado de Goiás, nas coordenadas geográficas Latitude 16° 15' 09" S, Longitude 47° 57' 01" W, a uma altitude de 930m, durante os meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo utilizadas 20 vacas multíparas cruzadas, de dois grupos de mestiços, sendo 10 animais  $\frac{1}{2}$  sangue e 10 animais com  $\frac{3}{8}$  Holandês x Gir.

Foram avaliadas as variáveis fisiológicas: frequência respiratória, por meio da contagem visual dos movimentos do flanco, e temperatura retal, mensurada utilizando-se um termômetro clínico veterinário inserido diretamente no reto por aproximadamente dois minutos, às 13:00 e 15:00 horas, no dia de aplicação do teste de tolerância ao calor.

Para a coleta das variáveis ambientais foi utilizada uma estação meteorológica profissional, modelo WMR928N da Oregon Scientific®, sendo registradas as temperaturas máxima e mínima diárias, temperatura do ar e umidade relativa e velocidade do vento, às 09:00, 11:00, 13:00, 15:00 e 18:00 horas, nos dias da mensuração das variáveis fisiológicas e aplicação do teste. Essas variáveis também foram usadas para o cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice de Temperatura Equivalente (ITE).

Os animais foram submetidos a um manejo de rotina, evitando o estresse antes da realização do teste de tolerância ao calor, a não ser o causado

pelo próprio experimento. Os dados foram analisados pelo programa SISVAR 5.1 (Ferreira, 2008). A comparação das médias foi realizada pelo Teste “t”, a 5% de significância.

O Índice de Tolerância ao Calor (ITC) de Baccari foi aplicado em 3 dias, não consecutivos, o qual consistiu em reunir os animais a serem comparados em um curral sombreado, por duas horas, das 11:00 às 13:00 horas, tomando-se a primeira temperatura retal (TR1) às 13:00h. Posteriormente, os animais foram expostos ao ambiente descoberto e ensolarado, permitindo a total incidência da radiação solar, por uma hora (das 13:00 às 14:00h), retornando em seguida ao curral sombreado e permanecendo por mais uma hora, das 14:00 às 15:00h, sendo tomada a segunda temperatura retal (TR2) às 15:00 horas. A diferença entre as duas temperaturas, aplicadas à equação (1), resulta em um índice de tolerância ao calor numa escala de 0 a 10, que representa a capacidade dos animais dissiparem o calor absorvido durante a exposição ao sol.

$$ITC = 10 - (TR2 - TR1) \quad (1)$$

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), o qual relaciona a temperatura e a umidade relativa do ar, foi obtido pela Equação (2), de acordo com Thom (1958):

$$ITU = Ta + 0,36.Tpo + 41,5 \quad (2)$$

Em que:

Ta = temperatura ambiente, em °C (bulbo seco);

Tpo = temperatura de ponto de orvalho, em °C

O Índice de temperatura equivalente (ITE) foi desenvolvido por Baeta et al. (1987), e combina temperatura, umidade e velocidade do ar e se aplica para animais semi-alojados. Este índice foi obtido pela Equação (3) a seguir:

$$ITE = 29,83628 - 0,11519.Ta + 0,00059.h - 0,30525.v \quad (3)$$

Em que:

Ta = temperatura ambiente em °C (bulbo seco);

h = umidade relativa do ar, em %;

v = velocidade do vento, em m/s.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as variáveis climáticas, ITU e ITE nos dias da aplicação do teste. Os índices de temperatura e umidade (ITU) e de temperatura equivalente (ITE), nos horários das 11h00, 13h00 e 15h00, demonstraram valores médios de 75,1; 76 e 73,8 para ITU e 26,3; 25,7 e 26,1 para o ITE, respectivamente.

Tabela 1. Valores de temperatura máxima (T<sub>máx</sub>), mínima (T<sub>mín</sub>), umidade relativa (UR), temperatura do ar (T<sup>o</sup>ar), vento, índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de temperatura equivalente (ITE), nos dias de aplicação do teste, em diferentes horários.

Data	Hora	T <sub>máx</sub> (°C)	T <sub>mín</sub> (°C)	UR (%)	T <sup>o</sup> ar (°C)	Vento (m/s)	ITU	ITE
<b>Dia 1</b>	09h			74	26,2	0,0	74,9	26,9
	11h			60	28,4	2,3	77,3	25,9
	13h	33,5	18,2	50	31,0	3,5	78,8	25,2
	15h			54	28,5	5,1	76,9	25,0
	18h			59	28,9	6,6	77,8	24,5
	<b>Médias diárias</b>				<b>59,4</b>	<b>28,6</b>	<b>3,5</b>	<b>77,14</b>
<b>Dia 2</b>	09h			92	22,3	0,0	70,4	27,3
	11h			70	26,8	0,0	75,0	26,8
	13h	32,0	19,0	71	26,9	2,6	75,1	26,0
	15h			88	22,4	0,0	70,2	27,3
	18h			81	24,0	0,0	73,1	27,1
	<b>Médias diárias</b>				<b>80,4</b>	<b>24,48</b>	<b>0,52</b>	<b>72,76</b>
<b>Dia 3</b>	09h			95	21,3	2,6	69,4	26,6
	11h			70	24,7	2,4	72,9	26,3
	13h	27,4	19,4	59	26,8	2,2	74,1	26,1
	15h			53	27,6	2,2	74,4	26,0
	18h			57	26,4	3,9	73,7	25,6
	<b>Médias diárias</b>				<b>66,8</b>	<b>25,36</b>	<b>2,66</b>	<b>72,9</b>

Segundo Martello (2004) em estudo com vacas Holandesas, considera que valores de ITU até 74, correspondem à faixa de segurança, e de 74 a 78, cuidado. Igono et al. (1992), entretanto, considera que ITU acima de 76 em qualquer ambiente, é estressante para vacas com alta produção de leite. As variáveis climáticas apresentadas neste estudo referem-se aos dias típicos de verão, coletados em datas não consecutivas. Observou-se, no presente estudo, que os valores de ITU se encontraram

dentro da faixa de segurança, não atingindo valores críticos para vacas leiteiras.

Contudo, houve diferença estatística ( $P < 0,05$ ) entre os valores de ITC para os dois grupos genéticos avaliados (Tabela 2). Os valores médios de ITC foram de 9,51 e 9,72 para os animais  $\frac{1}{2}$  sangue e  $\frac{5}{8}$  Holandês x Gir, respectivamente, indicando diferença adaptativa ao calor entre os dois grupos.

Tabela 2. Médias do índice de tolerância ao calor (ITC), frequência respiratória (FR, movimentos por minuto) e temperatura retal (TR, °C), para os grupos estudados, com seus respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variáveis	Tratamentos		Médias	C.V.(%)	Prob. F
	Meio-sangue	Cinco-oitavos			
ITC	9,51a	9,72b	9,61	2,26	<b>0,0232</b>
FR (mov./min)	45,3a	46,5b	45,9	7,91	<b>0,0010</b>
TR (°C)	38,5a	38,5a	38,5	0,57	0,7241

Médias seguidas de letras diferentes, nas linhas, diferem estatisticamente pelo teste 't', a 5% de significância.

Para o grupo de animais  $\frac{1}{2}$  sangue, obteve-se valores mínimo e máximo, respectivamente de ITC, de 9,27 e 9,77. Observou-se uma amplitude de ITC relativamente alta, uma vez que, a variação das temperaturas retais TR1 e TR2 do animal que apresentou menor índice de tolerância ao calor (ITC) foi de aproximadamente 1°C. Segundo Dukes (2006), biologicamente uma variação de temperatura retal em um 1°C pode ser considerada uma variação significativa. Os valores de ITC obtidos podem ser indicativos para uma futura seleção de animais ou linhagens mais tolerantes, obtendo animais mais resistentes e diminuindo a variabilidade de tolerância ao calor entre eles (VIEIRA, 2003).

Foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os graus de sangue estudados para a frequência respiratória, sendo que os animais meio-sangue apresentaram menor FR (45 mov./min) do que os animais cinco-oitavos Holandês x Gir (46 mov./min). A frequência respiratória é o primeiro mecanismo de termorregulação ativado pelo organismo animal, de forma a manter a homeotermia (Silva, 2000), sendo um indício de melhor adaptabilidade ao ambiente (Vieira, 2003).

Para os animais do grupo  $\frac{5}{8}$  sangue Girolando, o valor médio da temperatura retal após a exposição à radiação solar esteve mais próximo ao valor da média da temperatura retal inicial, do que em relação ao grupo  $\frac{1}{2}$  sangue, podendo ser considerado como índice de maior adaptabilidade ou menor susceptibilidade ao estresse calórico para esse grupo.

A média dos valores obtidos de ITC para os animais  $\frac{1}{2}$  sangue e  $\frac{5}{8}$  Girolando indicam alta adaptabilidade ao calor para gado leiteiro, podendo

estar relacionado ao sistema extensivo de produção, ou ainda aos baixos valores de ITU observados durante o período de realização dos testes. Ainda assim, os dados observados demonstraram que o gado  $\frac{5}{8}$  sangue Girolando apresentou maior capacidade de termoregulação em relação aos animais  $\frac{1}{2}$  sangue.

Diversas aplicações do teste de tolerância ao calor de Baccari têm sido conduzidas, em várias regiões e com diferentes raças e espécies, buscando traçar um perfil de exigência de manejo que permita a otimização de resultados, especialmente em condições de criação extensiva.

Aplicando o teste de tolerância ao calor de Baccari em bovinos taurinos de corte, Vieira (2003) observou os valores médios de ITC de 9,52 para a raça Angus; 9,50 para Blonde D'Aquitaine; 9,70 para Caracu; 8,71 para Limousin e 9,79 para Piemontês, reportando uma maior variabilidade individual para a raça Limousin.

Souza et al. (2007), em estudos com bovinos da raça Sindi, no semi-árido Paraibano, observou os valores médios de ITC de 9,83 utilizando o Teste proposto por Baccari Junior (1986). Estes autores citam que a raça estudada é bem adaptada às condições climáticas do semi-árido.

Biernacki (2010) estudando vacas da raça Holandesa no estado de Goiás, primíparas e múltiparas, obteve valores de ITC de 9,7 e 9,8, respectivamente, reportando serem superiores aos esperados para a raça, se assemelhando a valores obtidos com raças mestiças e de corte. Provavelmente, a capacidade de aclimação dos animais ao ambiente possa ser a responsável por respostas individuais distintas, e/ou até mesmo,

surgimento de animais mais tolerantes em determinadas regiões.

Souza et al. (2008) avaliando caprinos resultantes de cruzamentos entre as raças Boer, Savana, Kalahari, Anglo Nubiana e Moxotó, com caprinos sem raça definida (SRD), na região Nordeste mantidos em regime de confinamento, verificaram que os grupos raciais apresentaram diferença significativa para a temperatura superficial, todavia o ITC foi semelhante para todos. Ainda Souza et al. (2005), estudando os mesmos agrupamentos genéticos observaram que, os animais do grupo genético  $\frac{1}{2}$  Boer +  $\frac{1}{2}$  SRD apresentaram uma frequência respiratória significativamente ( $P < 0,05$ ) mais elevada do que os animais dos outros grupos genéticos, reportando que a diferença entre as frequências respiratórias dos grupos genéticos pode estar relacionada com a individualidade de cada grupo, já que os animais dos grupos genéticos  $\frac{1}{2}$  Anglo-Nubiana x SRD e  $\frac{1}{2}$  Moxotó x SRD tiveram uma frequência respiratória mais baixa. Entretanto, avaliando as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços  $\frac{1}{2}$  Saanen +  $\frac{1}{2}$  Boer no semi-árido, Souza et al. (2010) observaram que a raça Saanen demonstrou sofrer maior influência da temperatura ambiental, revelando a necessidade de maiores cuidados com relação ao manejo desses animais.

Tais resultados são concordantes com os observados por Silva et al. (2006a), que avaliando 40 animais das raças Boer, Savana, Anglo-Nubiana e Moxotó verificaram que, quanto ao Índice de Tolerância ao Calor (ITC) não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as raças, contudo, encontraram maiores valores de temperatura retal no período da tarde. Também Silva et al. (2006b) avaliando parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos mestiços de Anglo-Nubiana com caprinos sem padrão racial definido, no semi-árido paraibano reportaram que, os parâmetros fisiológicos FR e TR apresentaram médias superiores no turno da tarde, o que pode ser explicado pelos valores mais elevados dos parâmetros térmicos ambientais estudados neste período.

Em estudos com ovinos das raças Morada Nova e Santa Inês no Distrito Federal, Quesada et al. (2001) observaram que, os animais expostos ao sol pelo período de seis horas apresentaram resposta significativa ao estresse calórico, expresso pelo aumento da temperatura retal, dos batimentos cardíacos e da frequência respiratória, concluindo que os resultados obtidos permitiram estabelecer grupos de animais com maior e menor resistência às variações climáticas, ensejando a possibilidade de utilizar esses dados para seleção de animais em trabalhos de melhoramento.

Apesar dos caprinos serem considerados animais rústicos, do ponto de vista bioclimático, a associação entre elevadas temperaturas, umidade e radiação solar pode acarretar alterações fisiológicas, hematológicas, hormonais, reprodutivas e produtivas (SOUZA et al., 2012). Silva et al. (2010a; 2010b) em seus trabalhos e estudos de revisão afirmaram que, independente da raça exótica ou naturalizada, o ambiente de criação e suas variáveis climáticas, podem desencadear alterações comportamentais e fisiológicas, que resultam em redução na produção em função da manutenção da homeotermia, sendo necessário a adoção de estratégias de manejo, nutricionais e nas instalações, que possam minimizar os efeitos deletérios do ambiente, potencializando o bem estar animal e, conseqüentemente, aumentando a produtividade nos trópicos.

## CONCLUSÕES

Há diferença entre a tolerância ao calor para animais girolandos com diferentes graus de consanguinidade, mostrando que os animais cinco-ovos são mais tolerantes do que os animais meio-sangue Holandesa x Gir.

É possível validar o uso do ITC como ferramenta de seleção de grupos ou linhagens mais tolerantes ao calor na bovinocultura leiteira.

## REFERÊNCIAS

- Baccari Junior, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais nos trópicos. Fundação Cargill. In: Semana de Zootecnia, 11. *Anais...* Pirassununga, 1986, p.53-64.
- Baêta, F.C. *Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season*. Missouri: University of Missouri – Columbia, 1985. 218p. Ph.D thesis.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais – Conforto animal*. 2ª Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.
- Baeta, F.C. et al. *Equivalent temperature index at temperatures above the thermo neutral for lactating dairy cows*. St. Joseph, MI-USA: ASAE, 1987. 21p. /Paper n.87-4015.
- Biernacki, L.S. *Avaliação da tolerância ao calor em bovinos leiteiros da raça Holandesa no estado de Goiás*. Anápolis, GO: UEG, 2010. 33f. (Monografia) Curso de Engenharia Agrícola – Unidade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, 2010.
- Dukes, H. H.; Swenson, M. J. *Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.
- Ferreira, F. et al. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.5, p.732-738, 2006.
- Ferreira, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.

- Igono, M.O.; Bjrtvedt, G.; Sanford – Crane, H.T. Environment profile and critical temperature effects on mil production of Holsteins cows in desert climate. *International Journal Biometeorology*, v.36, p.77-87, 1992.
- Martello, L.S. et al. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- Quesada, M.; Mcmanus, C.; Couto, F.A.D. Tolerância ao Calor de Duas Raças de Ovinos Deslanados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, n.3, p.1021-1026, 2001. (suplemento 1).
- Ricci, G.D.; Orsi, A.M.; Domingues, P.F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite-revisão. *Revista Brasileira de Veterinária e Zootecnia*, v.20, p. 9-18, 2013.
- Rocha, D.R. *Avaliação de estresse térmico em vacas leiteiras mestiças (Bos taurus x Bos indicus) criadas em clima tropical quente úmido no estado do Ceará*. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- Silva, E.M.N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos ao semiárido através de parâmetros fisiológicos e estruturas do tegumento. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.23, n.2, p.142-148, 2010a.
- Silva, E.M.N. et al. Parâmetros fisiológicos e hematológicos de caprinos em função da adaptabilidade ao semiárido. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, Patos, v.6, n.3, p.1-6, 2010b.
- Silva, E. M. N. et al. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semiárido paraibano. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.30, n.3, p.516-521, 2006a.
- Silva, G. A. et al. Efeito da época do ano e período do dia sobre parâmetros fisiológicos de reprodutores caprinos no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.10, n.4, p.903-909, 2006b.
- Silva, R.G. *Introdução a bioclimatologia animal*. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- Silva, R.G. Zoneamento bioclimático para animais de interesse zootécnico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, *Anais... SBZ - Goiânia*: p.388-394, 2005.
- Souza, E. D. et al. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.1, p.177-184, 2005.
- Souza, B.B. et al. Parâmetros Fisiológicos e Índice de Tolerância ao Calor de Bovinos da Raça Sindi no Semi-Árido Paraibano. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.31, n.3, p.883-888, 2007.
- Souza, B.B. et al. Temperatura superficial e índice de tolerância ao calor de caprinos de diferentes grupos raciais no semi-árido nordestino. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.32, n.1, p.275-280, 2008.
- Souza, B.B. et al. Efeito do ambiente sobre as respostas fisiológicas de caprinos Saanen e mestiços ½ Saanen + ½ Boer no semi-árido paraibano. *Agropecuária Científica no Semi-Árido*, v.06, n.2, p.47-51, 2010.
- Souza, P.T.; Salles, M.G.F.; Araújo, A.A. Impacto do estresse térmico sobre a fisiologia, reprodução e produção de caprinos. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.42, n.10, p.1888-1895, 2012.
- Thom, E.C. Cooling degress: day air-conditionig, heating and ventilating. *Transaction of the American Society of Heating*, v. 55, p. 65-72, 1958.
- Titto, E.A.L. et al. Heat tolerance test in Zebu/Nelore and Marchigiana young bulls. In: First International Italian Beef Cattle Contest, *Proceedings... ANABIC*, Perugia, Itália, p.232-235, 1994.
- Vieira, R.V. *Teste de tolerância ao calor em bovinos de corte de raças européias utilizadas no cruzamento industrial no Brasil*. 2003. 43p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.