

# PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E ÍNDICE DE TOLERÂNCIA AO CALOR DE BOVINOS DA RAÇA SINDI NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO

## Physiological parameters and heat tolerance index of sindi breed bovine in the semi-arid of Paraíba

Bonifácio Benício de Souza<sup>1</sup>, Rosângela Maria Nunes da Silva<sup>2</sup>, Melânia Loureiro Marinho<sup>2</sup>, Gustavo de Assis Silva<sup>3</sup>, Elisângela Maria Nunes da Silva<sup>2</sup>, Almir Pereira de Souza<sup>1</sup>

### RESUMO

Este trabalho foi conduzido no Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba. Foram utilizadas 12 fêmeas da raça Sindi, com idade média de 18 meses, com o objetivo de determinar os parâmetros fisiológicos e o índice de tolerância ao calor (ITC). Os parâmetros fisiológicos foram observados pela manhã e à tarde, semanalmente, durante 3 meses em cada estação (chuvosa e seca). Durante o período experimental as temperaturas máximas foram de 32,2 °C e 38,2 °C e mínimas de 24 °C e 26 °C, e o índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) na sombra à tarde foi de 88,8 e 88,7, nas estações chuvosa e seca, respectivamente. Observou-se efeito ( $P < 0,05$ ) de estações sobre os parâmetros fisiológicos (temperatura retal, frequências respiratória e cardíaca) e os hematológicos. Contudo, os parâmetros observados encontram-se nos padrões normais para a espécie bovina. Com relação a tolerância ao calor, os animais apresentaram um índice de 9,83 (nove vírgula oitenta e três), que é considerado alto. Conclui-se que esta raça está bem adaptada às condições climáticas do semi-árido.

**Termos para indexação:** Eritrograma, estresse calórico, frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal.

### ABSTRACT

This experiment was carried out in the Health and Technology Center (CSTR) of the Federal University of Campina Grande (UFCG) in Paraíba. Twelve female of the Sindi breed with 18 months of age were utilized, with the objective to determine the physiological parameters and Heat Tolerance Index (HTI). The physiological parameters were observed weekly, in the morning and in the afternoon, during 3 months in each season (rainy and dry season). In the experimental period, the maximum temperatures were 32,2 °C and 38,2 °C, the minimum temperatures were 24 °C and 26 °C and the Black Globe-Humidity Index (BGHI) in the shade was 88,8 and 88,7, for the rainy and dry season, respectively. There was significant effect of the season on the physiological parameters (Rectal temperature, Respiratory Frequency and Cardiac Frequency) and on the hematological parameters. However, these parameters are considered normal to this specie. About the heat tolerance, the animals presented a index of 9,83, which is considered high. It was concluded that this breed is well adapted to the conditions of the Semi-arid region in Brazil.

**Index terms:** Erythrogran, heat stress, cardiac frequency, respiratory frequency and rectal temperature.

(Recebido em 4 de novembro de 2005 e aprovado em 19 de dezembro de 2006)

### INTRODUÇÃO

O semi-árido brasileiro se estende por todos os estados da região Nordeste, parte de Minas Gerais e do Espírito Santo em uma área total que abrange cerca de 974.752 Km<sup>2</sup>. A temperatura média do ar situa-se em geral acima dos 20°C, e a temperatura máxima apresenta-se acima de 30°C na maior parte do ano, chegando a 38°C na estação mais quente (AYOADE, 1991).

O acentuado crescimento demográfico dos países situados nas áreas tropicais e subtropicais, aliado ao quadro de ineficiência da produção de alimentos, agrava o problema da carência alimentar da população, o que tem induzido à procura por raças com maior potencial produtivo para estas

regiões. As raças bovinas com maior grau de adaptação às condições semi-áridas são as zebuínas e dentre estas a raça Sindi tem se destacado, por apresentar dupla aptidão (leite e carne), alta eficiência alimentar e reprodutiva, precocidade e bom desempenho produtivo. Encontra-se atualmente em expansão na região Nordeste do Brasil, com maior abrangência no semi-árido.

Em ambientes de temperaturas elevadas, nas quais a produção de calor excede a dissipação pelos animais, todas as fontes que geram calor endógeno são inibidas, principalmente o consumo de alimento e o metabolismo basal e energético, enquanto a temperatura corporal, a frequência respiratória e a taxa de sudorese aumentam. As

<sup>1</sup>Doutor – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Campus de Patos PB – Bairro Santa Cecília, s/n – 58700-000 – Patos, PB – bonif@cstr.ufcg.edu.br; almir@cstr.ufcg.edu.br

<sup>2</sup>Mestre – Unidade Acadêmica de Medicina Veterinária/CSTR – Universidade Federal de Campina Grande/UFCG – Campus de Patos PB – Bairro Santa Cecília, s/n – 58700-000 – Patos, PB – rmnsilva@bol.com.br; melanialoureiro@bol.com.br; elisangelamns@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Mestre – Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco – Av. Conselheiro João Alfredo, 56, sala 1 – 55330-000 – Bom Conselho, Pe – gugavet2000@yahoo.com.br

alterações dos parâmetros indicam tentativas do animal de minimizar o desbalanço térmico para manter a homeotermia (SOTA et al., 1996). De acordo com Lee et al. (1974) a temperatura ambiente representa a principal influência climatológica sobre as variáveis fisiológicas, temperatura retal e frequência respiratória, seguidas, em ordem de importância, pela radiação solar, a umidade relativa do ar e o movimento do ar. Também tem sido objeto de estudo a frequência cardíaca e os constituintes sanguíneos (BIRGEL JÚNIOR et al., 2001).

Os componentes sanguíneos, além das várias informações para avaliação do estado de saúde, também são utilizados para indicação do estado de estresse dos animais (PAES et al., 2000). Os valores de referência para a interpretação dos parâmetros sanguíneos devem ser preferencialmente regionais, pois são influenciados de acordo com a espécie, sexo, raça, idade, estado fisiológico, hora do dia, umidade relativa do ar e temperatura ambiente (BIRGEL JÚNIOR et al., 2001). Animais criados sob diferentes condições climáticas e de manejo podem apresentar evidentes variações dos elementos constituintes do hemograma.

Vários são os testes utilizados para avaliar o índice de tolerância ao calor. Contudo, para avaliação da adaptação fisiológica dos ruminantes a nível de campo, o teste de tolerância ao calor proposto por Baccari Júnior et al. (1986) tem se apresentado prático e eficiente. Este teste baseia-se na capacidade de dissipação de calor após a exposição dos animais à radiação solar direta.

Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da estação do ano e do turno sobre os parâmetros fisiológicos e o índice de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi, sob as condições do semi-árido paraibano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Paraíba, região semi-árida do Nordeste do Brasil, que se caracteriza por apresentar um clima BSH (classificação Köppen), com temperatura anual média máxima de 32,9°C e mínima de 20,8°C e umidade relativa de 61% (BRASIL, 1992).

Foram utilizadas 12 fêmeas da raça Sindi, com idade média de 18 meses, criadas em sistema extensivo com pastagem nativa com água e suplementação mineral (sal comum e mistura mineral para bovinos) "*ad libitum*". Eram conduzidas ao estábulo apenas para a coleta dos dados e manejo sanitário normal. Utilizou-se um período pré-experimental de 30 dias, objetivando, dessa forma, adaptá-las ao manejo

e às coletas dos dados. Os parâmetros fisiológicos estudados foram: temperatura retal (TR), temperatura da pele (TP) frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC), eritrócitos (ER), hematócrito (HT), hemoglobina (HB), volume globular médio (VGM), hemoglobina globular média (HGM), concentração de hemoglobina globular média (CHGM) e índice de tolerância ao calor (ITC). As observações foram realizadas pela manhã entre 8:30 e 9:30 hora, e à tarde entre 14:30 e 15:30 horas, semanalmente, durante 3 meses, em cada estação (chuvosa e seca). A FC foi obtida com o auxílio de um estetoscópio flexível colocado diretamente na região torácica esquerda à altura do arco aórtico, e expressa em movimentos por minuto (mov/min). A FR foi obtida através da ausculta indireta das bulhas com auxílio de estetoscópio flexível, na região laringo-traqueal e expressa em movimentos por minuto (mov/min). A TR foi determinada através da introdução de um termômetro clínico veterinário, com escala até 44°C, diretamente no reto do animal, por um período de dois minutos. A temperatura superficial foi obtida por meio das médias das temperaturas da pele em sete pontos determinados do corpo do animal: fronte, pescoço, costado, lombo, coxa, ventre e canela utilizando-se um termômetro infravermelho sem contato.

Para o estudo dos parâmetros sanguíneos foram colhidas, mediante venipunção da jugular, com agulha 30 x 15, esterilizada, amostras de 5 ml de sangue em tubos a vácuo, contendo anticoagulante etilenodiaminotetracético, sal dissódico (EDTA) a 10% para realização do eritrograma. Essas amostras foram mantidas refrigeradas até o momento da realização dos exames, sendo estes concluídos antes de decorridas 24 horas de conservação. A contagem global ER foi realizada em câmara de Neubauer modificada, usando-se solução de Gower como diluidor. Para determinação HT utilizou-se tubos capilares, sendo o mesmo calculado pelo método do microhematócrito; o teor de HB foi realizado através do método da cianometahemoglobina, com leitura por espectrofotometria (Espectrofotômetro Baush-Lomb Spectronic 20) a 525 nm. Para os cálculos dos índices hematimétricos absolutos, VGM, HGM e CHGM, utilizou-se a fórmula de Wintrobe (BIRGEL, 1982).

A avaliação do índice de tolerância ao calor (ITC) proposto por Baccari Júnior (1986), foi realizado na estação quente e seca (novembro/dezembro). O teste consistiu em manter os animais à sombra por um período de duas horas (13:00h às 15:00h), em seguida verificando e registrando a temperatura retal (TR1 °C); logo após os mesmos foram submetidos à radiação solar direta durante uma hora (15:00h

às 16:00h), sendo posteriormente reconduzidos à sombra onde permaneceram por igual período de tempo (16:00h às 17:00h), quando foi tomada novamente a temperatura retal (TR2 °C), durante um período de 6 dias de total ausência de nebulosidade. Durante a realização do teste os animais permaneceram em jejum e sem acesso à água. As médias das temperaturas retais foram aplicadas à fórmula:  $ITC = 10 - (TR2 - TR1)$ , onde o resultado (ITC) é representado pelo inverso da elevação da temperatura retal após exposição à radiação solar direta, numa escala de zero a dez, e quanto mais próximo de dez for o índice mais tolerante é o animal.

Foram instalados no ambiente do estábulo um termohigrógrafo, um termômetro de máxima (TMáx) e mínima (TMin), termômetro de globo negro (TGN), termômetro de bulbo seco (TBS) e de bulbo úmido (TBU). As leituras dessas variáveis foram realizadas às 9 horas e às 15 horas, uma vez por semana, nos turnos da manhã e tarde, obedecendo às normas meteorológicas internacionais. O índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) foi determinado com base na TGN e na temperatura de ponto de orvalho (TPO), de acordo com a fórmula  $ITGU = TGN + 0,36 (TPO) + 41,5$  (BUFFINGTON et al., 1981).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), no esquema fatorial 2 x 2; duas estações: seca (agosto a dezembro) e chuvosa (janeiro a abril) e dois turnos: manhã e tarde, repetido no tempo, com 12 repetições para os parâmetros fisiológicos. Já para os hematológicos utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com dois tratamentos estação seca e estação chuvosa, com 12 repetições. Para o índice de tolerância ao calor (ITC), não foi necessário fazer análises estatísticas, por ter sido determinado apenas em uma estação (quente e seca).

As médias das variáveis ambientais registradas nas estações seca e chuvosa, respectivamente, encontram-se na Tabela 1.

As médias das variáveis ambientais registradas durante a realização do teste de tolerância ao calor encontram-se na Tabela 2.

Os dados obtidos foram avaliados estatisticamente pelo programa "Statistical Analysis System" (SAS INSTITUTE, 1996) e as médias comparadas pelo Teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

**TABELA 1** – Dados meteorológicos obtidos na sombra durante as estações seca e chuvosa no semi-árido.

Variáveis climáticas	Estação seca		Estação chuvosa	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Temperatura de bulbo seco °C	26,3	38,2	24,7	31,2
Temperatura de bulbo úmido °C	22,5	24,3	22,5	26,2
Temperatura de globo negro °C	27,2	38,9	26,5	38,8
Umidade do ar (%)	71	38	81	64
Índice de temperatura do globo negro e umidade – ITGU	76,1	88,7	75,7	88,8
Temperatura máxima °C	38,2		32,2	
Temperatura mínima °C	26,0		24,0	

**TABELA 2** – Dados meteorológicos observados durante o período em que foi realizado o teste de tolerância ao calor.

Variáveis climáticas	Ambientes	
	Sombra	Sol
Temperatura do bulbo seco, °C	38,17	-
Temperatura do bulbo úmido, °C	24,33	-
Temperatura do globo negro, °C	38,92	48,58
Umidade relativa do ar, (%)	38	-
Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU)	87,98	97,64
Temperatura máxima, °C	38,21	
Temperatura mínima, °C	24,00	

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou haver interação entre a estação do ano e o turno, para todos os parâmetros fisiológicos (Tabela 3).

A média da TR foi mais elevada ( $P<0,05$ ) na estação chuvosa do que na estação seca, no turno da manhã. Houve efeito de turno ( $P<0,05$ ) para TR, sendo que, no turno da tarde, as médias foram superiores às observadas no turno da manhã em ambas as estações. Observou-se que a TR foi mais elevada no turno da tarde em relação ao da manhã, provavelmente, devido ao aumento da carga térmica adicional recebida da radiação solar, resultando em um aumento da quantidade de calor interno que foi mais intenso à tarde, como pode ser observado na Tabela 1. De acordo com Stober (1993), uma variação entre 38,0 °C a 39,3 °C para TR é normal para bovinos em ambientes quentes. Turco et al. (1990) encontraram médias variando de 38,5 °C a 38,9 °C para bovinos da Raça Sindi, em estações diferentes. Na estação chuvosa ocorreu o inverso, a temperatura do ar registrada foi inferior e a umidade relativa foi superior aos valores registrados na estação seca, o que provavelmente influenciou a elevação significativa ( $P<0,05$ ) das TR e TS no turno da tarde em relação ao da manhã.

Também se verificou efeito de turno ( $P<0,05$ ) para TS que apresentou médias superiores no turno da tarde em relação ao turno da manhã nas estações seca e chuvosa, respectivamente. A TS também apresentou média superior à tarde, o que demonstra que sob estresse severo, ocorre um aumento no fluxo sanguíneo do núcleo central para superfície do animal e, conseqüentemente, elevada taxa do fluxo de calor, resultando em altas temperaturas superficiais. À medida que as perdas evaporativas tornam-se maiores, grande quantidade de calor é removida da pele por vaporização, de forma que o sangue que circula pelas superfícies corporais torna-se mais refrigerado (BAËTA & SOUZA, 1997).

Na estação seca, observou-se que ambos os parâmetros FC e FR foram mais altos ( $P<0,05$ ) no turno da tarde (95 e 35 mov/min, respectivamente) do que no turno da manhã. Com relação à estação chuvosa não se verificou efeito significativo de turno sobre a FC e FR, porém as médias dos referidos parâmetros na estação chuvosa (52 e 21 mov/min e 52 e 22 mov/min), foram inferiores ( $P<0,05$ ) às observadas na estação seca (89 e 32 mov/min e 95 e 35 mov/min), em ambos os turnos, respectivamente.

O parâmetro FC apresentou-se elevado na estação seca em ambos os turnos (Tabela 3) ultrapassando os valores de referência para bovinos, que, de acordo com Detweiler (1996) varia entre 48 a 80 bat./min. A FC é controlada pela interação dos centros cardioinibidor e cardioacelerador na medula oblonga, os quais, por sua vez, estão sob a influência do sistema nervoso central, incluindo o hipotálamo e o sistema límbico. A temperatura ambiental, além de outras variáveis fisiológicas, pode alterar o tônus vagal intensificando a atividade dos centros cardioacelerador e vasoconstritor, elevando, portanto a FC. De acordo com Gayton & Hall (2002) esse efeito resulta, presumivelmente, porque o calor excessivo aumenta a permeabilidade iônica da membrana celular, resultando em aceleração do processo de auto-excitação. Quando a FC se eleva acima de um nível crítico, a própria força do coração diminui pelo uso excessivo dos substratos metabólicos para o músculo cardíaco, além disso, o período de diástole entre as contrações diminui, de forma que o sangue não tem tempo para fluir adequadamente dos átrios para os ventrículos. Então a elevação exacerbada e prolongada da temperatura ambiental exaure os sistemas metabólicos do coração causando fraqueza e, provavelmente, o animal poderá vir a óbito.

Para a FR, os valores encontrados na estação seca foram mais elevados ( $P<0,05$ ) no período da tarde em relação ao da manhã mas encontra-se dentro dos padrões normais para a espécie (STOBER, 1993).

**TABELA 3** – Médias da temperatura retal (TR), temperatura superficial (TS), frequência cardíaca (FC) e frequência respiratória (FR) de bovinos da raça Sindi, em função da estação e horário do dia no semi-árido paraibano.

Estações	TR °C		TS °C	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Estação seca	38,1Aa	38,7Ba	29,1Aa	31,8Ab
Estação chuvosa	38,7Ba	38,9Bb	32,1Ba	33,1Bb
	FC (bat/min)		FR (mov/min)	
Estação seca	89Ab	95Aa	32Ab	35Aa
Estação chuvosa	52Ba	52Ba	21Ba	22Ba

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si ( $P<0,05$ ).

Os dados médios hematológicos para cada estação e categoria estão representados na Tabela 4. Na estação chuvosa os parâmetros HB, HT, VGM, HGM e CHGM foram superiores ( $P < 0,05$ ) aos da estação seca. Para o número de ER não se verificou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) entre as duas estações. O HT apresentou diferença significativa entre as estações estudadas, estando em consonância com os resultados encontrados por Bianca (1965) ao expor bovinos adultos a uma temperatura ambiental de 40°C. E os mesmos apresentaram-se dentro da faixa descrita por Birgel Júnior (2001) em estudos realizados com bovinos, nas duas estações do ano. Com relação ao VGM os menores valores foram encontrados na estação seca. Segundo Lee et al. (1974), a variação no volume globular sanguíneo depende da severidade da carga calórica imposta ao animal. Um estresse por calor de longa duração em bovinos pode reduzir o número de eritrócitos e o volume globular, tendo sido atribuído a uma hemoconcentração,

em função da diminuição da ingestão de alimentos e maior perda de água através da evaporação.

As médias da temperatura retal dos animais observadas durante o teste proposto Baccari Júnior (1986) e o índice de tolerância ao calor (ITC) estão apresentados na Tabela 5.

Deve-se ressaltar que a prova de avaliação da adaptabilidade fisiológica proposta por Baccari Júnior (1986) foi realizada na estação mais quente do ano, quando a temperatura do globo negro registrada foi de 38,92 °C na sombra e 48,58 °C no sol e o ITGU calculado foi de 97,64 no sol, o que representa um ambiente altamente estressante. Tendo assim o gado Sindi demonstrado ser altamente tolerante ao calor, por apresentar um índice de tolerância ao calor (ITC) de 9,83 (nove e oitenta e três), atingindo quase a nota máxima preconizada pelo teste aplicado. Resultados superiores aos observados por Silva et al. (2006) para caprinos da raça Moxotó, nativos do semi-árido,

**TABELA 4** – Valores médios do número de eritrócitos (ER), hemoglobina (HB), hematócrito (HT), Volume Globular Médio (VGM), Hemoglobina Globular Média (HGM) e Concentração de Hemoglobina Globular Média (CHGM) de bovinos da raça Sindi, nas estações seca e chuvosa no semi-árido paraibano.

Estações	Parâmetros hematológicos					
	ER ( $\times 10^6/\text{mm}^3$ )	HB (g/dl)	HT (%)	VGM ( $\mu^3$ )	HGM ( $\mu\mu\text{g}$ )	CHGM (%)
Seca	9,78A	11,1B	33,9B	36,9B	12,2B	32,6B
Chuvosa	8,75A	13,5A	38,9A	44,8A	15,5A	34,6A

As médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 5** – Temperaturas retais médias (TR1 e TR2 °C), gradiente (TR2-TR1 °C), e índice de tolerância ao calor (ITC), de bovinos da raça Sindi, no Semi-árido.

Repetições	TR1 °C	TR2 °C	TR2-TR1 °C	ITC
01	38,80	38,83	0,03	9,97
02	38,63	38,82	0,18	9,82
03	38,52	38,70	0,18	9,82
04	38,62	38,90	0,28	9,72
05	38,68	38,80	0,12	9,88
06	38,60	38,92	0,32	9,68
07	38,80	38,88	0,08	9,92
08	39,03	39,08	0,05	9,95
09	38,65	38,83	0,18	9,82
10	38,60	38,88	0,28	9,72
11	38,75	38,98	0,23	9,77
12	38,73	38,90	0,17	9,83
<b>Médias</b>	<b>38,70</b>	<b>38,87</b>	<b>0,175</b>	<b>9,83</b>

apresentaram ITC igual a 9,8 (nove vírgula oito) quando submetidos ao mesmo teste em condições ambientais parecidas (ITGU no sol = 93). Assim sendo, esta raça, em termo de resistência térmica, assemelha-se aos caprinos da região semi-árida, garantindo sua exploração nesta região com maiores possibilidades de lucros.

### CONCLUSÕES

Neste experimento, tanto a estação do ano como o turno influenciaram nas respostas fisiológicas. Os parâmetros sanguíneos são alterados na estação chuvosa, provavelmente, em função da umidade relativa do ar elevada, dificultando a liberação do calor por evaporação.

Embora tenha havido efeito da estação sobre os parâmetros estudados, estes se mantiveram dentro dos limites considerados normais para bovinos.

Os bovinos da raça Sindi apresentam alto índice de tolerância ao calor, o que possibilita sua criação em regiões Semi-áridas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1991. 332 p.
- 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, 1986. p. 316.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais e conforto térmico**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- BIANCA, W. Reviews of the progress of dairy science. **Journal Dairy Research**, Cambridge, n. 32, p. 291-345, 1965.
- BIRGEL, E. H. Hematologia clínica veterinária. In: BIRGEL, E. H.; BENESI, F. J. **Patologia clínica veterinária**. São Paulo: Sociedade Paulista de Medicina Veterinária, 1982. p. 2-34.
- BIRGEL JÚNIOR, E. H.; D'ANGELINO, J. L.; BENESI, F. J. Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, n. 2, p. 164-171, 2001.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas: 1961-1990**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1992. 84 p.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the Asae**, [S.l.], p. 711-713, 1981.
- DETWEILER, D. K. Regulação cardíaca. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.
- GUYTON, A.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 1014 p.
- LEE, J. A.; ROUSSEL, J. D.; BEATTY, J. F. Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of Dairy Science**, Cambridge, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1974.
- PAES, P. R.; BARIONI, G.; FONTEQUE, J. R. Comparação dos valores hematológicos entre caprinos fêmeas da raça Parda Alpina de diferentes faixas etárias. **Veterinária Notícias**, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 43-49, 2000.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's: statistics**. 6. ed. Cary, 1996. 956 p.
- SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; SILVA, G. A. Avaliação da adaptabilidade de caprinos exóticos e nativos no semi-árido paraibano. **Ciências e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 516-521, maio/jun. 2006.
- SOTA, R. L. de la; RISCO, C. A.; MOREIRA, F. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 133, 1996. Supplement 1.
- STOBER, M. Identificação, anamnese, regras básicas da técnica do exame clínico geral. In: \_\_\_\_\_. **Exame clínico dos bovinos**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 419 p.
- TURCO, S. H. N.; ARAÚJO, G. G. L.; TEIXEIRA, A. H. C. Temperatura retal e frequência respiratória de bovinos da raça Sindi do Semi-árido Brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1990, Porto Alegre, RS. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1990.