

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DO SEMI-ÁRIDO DO ESTADO DO PIAUÍ

ADAPTABILITY OF PÉ-DURO CATTLE BREED AT CLIMATIC CONDITIONS OF SEMI-ARID ZONE OF STATE OF THE PIAUÍ, BRAZIL

Azevêdo, D.M.M.R.¹, A.A. Alves², F.S. Feitosa³, J.A. Magalhães¹ e C.H.M. Malhado⁴

¹Embrapa Meio-Norte/UEP Parnaíba, BR 343, Km 35. CP 341. CEP 64200-970. Parnaíba, Piauí. Brasil. azevedo@cpamn.embrapa.br; avelar@cpamn.embrapa.br

²Universidade Federal do Piauí. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Campus da Socopo. Bairro Socopo. CEP 64049-550. Teresina, Piauí. Brasil. arnaud@ufpi.br

³Superintendência Federal de Agricultura no Estado do Piauí. Rua Taumaturgo de Azevedo, nº 2315. CEP 64001-340. Teresina, Piauí. Brasil. gab-pi@agricultura.gov.br

⁴Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Departamento de Ciências Biológicas. Campus de Jequié. Av. José Moreira Sobrinho, s/n. Bairro Jequiezinho. CEP 45200-000. Jequié, Bahia. Brasil. malhado@uesb.br

PALAVRAS CHAVE ADICIONAIS

Curraleiro. Estresse térmico. Termorregulação.

ADDITIONAL KEYWORDS

Curraleiro cattle. Heat stress. Termorregulation.

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada na Estação Experimental Octavio Domingues, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), no município de São João do Piauí, no Estado do Piauí, utilizando-se 32 bovinos da raça Pé-Duro. Avaliou-se a temperatura retal (TR) e a frequência respiratória (FR), relacionando-as ao período do ano, sexo e idade dos bovinos e ao horário do dia. A TR e a FR foram utilizadas no cálculo do coeficiente de tolerância ao calor (CTC) e do coeficiente de adaptabilidade (CA). A temperatura e a umidade relativa do ar foram utilizadas para determinação do índice de temperatura e umidade (ITU). O ITU médio, pela manhã e à tarde foi, respectivamente, no período chuvoso, 76,9 e 78,2 e, no período seco, 77,5 e 80,9, considerados estressantes. O CTC e o CA sugerem estresse térmico. Os resultados para TR e FR mantiveram-se dentro dos valores normais para a espécie bovina, independente do período, sexo, idade e horário, o que indica adaptação da raça Pé-duro às condições experimentais. A disparidade entre os resultados dos parâmetros fisiológicos, CTC e CA e o ITU sugere a necessidade de mais pesquisas para determinação dos valores críticos desses índices para a raça Pé-Duro sob condições do semi-árido.

SUMMARY

This research was carried out at Octavio Domingues Experimental Farm of the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), in the São João do Piauí city, in the Piauí State, Brazil. Rectal temperature (TR) and respiratory rate (FR) of thirty two cattle of the Pé-Duro breed were evaluated in relation to period of the year, rainy (March) and dry (November); sex and age of the cattle and to the schedule of the day. TR and FR were used for calculation of the heat-tolerance coefficient (CTC) and adaptability coefficient (CA). The temperature and relative humidity of the air, were used for determination of the temperature humidity index (ITU). The ITU averages, by morning and afternoon were, 76.9 and 78.2 in the rainy, and 77.5 and 80.9 in the dry period, respectively, considered stressful for cattle. The esteem CTC and CA suggest thermal stress. TR and FR had inside remained of the normal values for bovines, independent of period of the year, sex and age of the cattle, and schedule of the day, what it indicates that the cattle Pé-Duro breed is adapted to the climatic conditions of the semi-arid zone. The disparity enters the results of the physiological parameters CTC and CA and the ITU suggests necessity of more research for determination of critical values of these indexes for the cattle of the

Recibido: 26-6-06. Aceptado: 5-11-07.

Arch. Zootec. 57 (220): 513-523. 2008.

Pé-Duro breed under conditions of the semi-arid zone.

INTRODUÇÃO

Os bovinos são animais homeotérmicos, tendendo a manter a temperatura corporal constante através do fluxo de calor determinado por processos que dependem da temperatura (condução, convecção e radiação) e da umidade (evaporação, via transpiração e respiração) ambiente. Assim, a hipertermia ocorre quando o fluxo de calor para o ambiente é menor que o calor produzido pelo organismo (Beede e Collier, 1986). Quando os animais se encontram na zona de termoneutralidade os custos fisiológicos são mínimos e a produtividade é aumentada (Silva, 2000).

Temperaturas ambientais elevadas são verificadas durante grande parte do ano na maior parte do território brasileiro, principalmente na Região Nordeste, o que pode implicar em exposição dos animais ao estresse crônico, possibilitando desequilíbrio endócrino e, conseqüentemente, alteração dos desempenhos produtivo e reprodutivo dos animais (Encarnação, 1989).

Nesse contexto, é importante destacar que o estresse calórico é um dos principais limitantes à produção de bovinos nos trópicos, pois as elevadas temperaturas podem interferir no consumo de alimentos (Beede e Collier, 1986; Damasceno *et al.*, 1998; Silanikove, 2000), no ganho de peso (Santos, 1999), nas taxas reprodutivas (Bényei e Barros, 2000; Pires *et al.*, 2002) e na produção de leite (Damasceno *et al.*, 1998; Martello *et al.*, 2004).

A adaptabilidade, ou capacidade de se adaptar, pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais médias, assim como aos extremos climáticos. Animais bem adaptados caracterizam-se pela manutenção ou mínima redução no desempenho produtivo, pela elevada eficiência reprodutiva, resistência

às doenças, longevidade e baixa taxa de mortalidade durante a exposição ao estresse (Baccari Júnior, 1990).

A temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas os melhores parâmetros para se estimar a tolerância de animais ao calor, sendo os mais pesquisados para se verificar a adaptabilidade de animais a um determinado ambiente, o que se confirma pelo grande número de experimentos avaliando estes parâmetros em algumas raças bovinas, principalmente as européias leiteiras e seus mestiços (Cardoso *et al.*, 1983; Damasceno *et al.*, 1998; Pires *et al.*, 2002; Martello *et al.*, 2004; Nicolau *et al.*, 2004; Arcaro Júnior *et al.*, 2005) e em outras espécies ruminantes (Starling *et al.*, 2002).

A partir dos parâmetros fisiológicos temperatura retal e frequência respiratória, foram desenvolvidos testes e estabelecidos índices para se estimar a adaptabilidade animal, dos quais três destacam-se na literatura, os testes de Ibéria, de Ibéria modificado e de Benezra (Müller, 1982; Baccari Júnior, 1990; Silva, 2000). Estes testes são considerados *medidas de adaptabilidade*, por permitir se verificar a capacidade do animal em manter a homeotermia, no entanto, os testes de adaptabilidade ainda são pouco utilizados (Magalhães *et al.*, 2000).

O índice de temperatura e umidade (ITU), originalmente desenvolvido por Thom (1958) como um índice de conforto térmico para humanos, tem sido utilizado para descrever o conforto de animais, principalmente bovinos, desde que Johnson *et al.* (1962) relataram redução na produção de leite de vacas associada ao aumento no valor do ITU. A partir de então, diversos pesquisadores têm classificado o ambiente térmico a partir de valores médios de ITU (Hahn, 1985; Du Prezz *et al.*, 1990).

Segundo Hahn (1985), para os animais domésticos em geral, um valor de ITU inferior igual ou inferior a 70 indica condição normal, não estressante; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83, indica perigo; e acima de 83 constitui emergência.

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Para Du Prezz *et al.* (1990), especificamente para vacas leiteiras na África do Sul, ITU inferior a 70 significa ausência de estresse; entre 70 e 72, alerta, alcançando o nível crítico; 72 a 78, alerta, acima do nível crítico; 78 a 82, perigo; e superior a 82, emergência.

A raça bovina Pé-duro, também conhecida como Curraleiro, foi introduzida no Piauí por volta de 1674, por Domingos Afonso Mafrense, a partir do rio São Francisco (Nogueira Neto, 1980), descendendo dos bovinos introduzidos pelos portugueses no período colonial, resultando da adaptação destes às condições ambientais do Piauí e de outros estados brasileiros (Carvalho, 1986).

Apesar dos esforços da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através da Embrapa Meio-Norte que, desde o ano de 1983, mantém um núcleo de preservação de bovinos da raça Pé-Duro no município de São João do Piauí, no Estado do Piauí, pouco se sabe sobre a real capacidade adaptativa desses animais às condições climáticas de semi-árido nordestino, justificando-se a necessidade de realização de pesquisas visando-se mensuração dos parâmetros fisiológicos e da adaptabilidade destes animais. Considerando-se o pequeno número de animais desta raça e a sua possibilidade de extinção, pesquisas relacionadas aos parâmetros fisiológicos destes animais nas condições ambientais onde estão sendo criados, é de grande importância para sua preservação.

Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar a adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semi-árido piauiense, através dos parâmetros fisiológicos temperatura retal e frequência respiratória, bem como pela aplicação de testes de tolerância ao calor.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi desenvolvida na Fazenda Experimental Octavio Domingues, pertencente à Empresa Brasileira de Pesqui-

sa Agropecuária (Embrapa Meio-Norte), no município de São João do Piauí, no Estado do Piauí, localizado na microrregião geográfica do Alto Médio Canindé com 244 metros de altitude, no semi-árido do Estado do Piauí entre as coordenadas 8° 22' de latitude Sul e 42° 15' de latitude Oeste. Classifica-se, bioclimaticamente como semi-árido, com clima tipo BSh, segundo a classificação de Köppen, apresentando temperaturas médias anuais entre 26 e 28°C, umidade relativa do ar em torno de 55 a 60%, índices pluviométricos de 660 a 800 mm anuais, com distribuição irregular, apresentando estação seca e chuvosa com duração de 9 e 3 meses, respectivamente (Andrade Júnior *et al.*, 2004).

Foram utilizados 32 bovinos da raça Pé-Duro (16 machos e 16 fêmeas), agrupados em duas categorias de idade (jovens e adultos) para cada sexo, em cada período do ano (chuvoso, em março, e seco, em novembro), sendo, os parâmetros em três dias consecutivos em cada período. Os animais tiveram um período de adaptação de 15 dias, durante os quais foram realizados todos os procedimentos que seriam utilizados durante o experimento a fim de minimizar o estresse psicológico por medo de situações novas. As médias de idade e peso, segundo os fatores, são apresentadas na **tabela I**. Diferentes animais foram utilizados nos dois anos do experimento, em decorrência, principalmente, da perda de animais.

Seguiu-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2x2x2 (período do ano x sexo x categoria de idade x horário do dia), com oito repetições. O reduzido número de repetições (bovinos) deve-se a escassez de animais para o experimento, visto tratar-se de animais em sistema de preservação.

Os animais foram mantidos em currais não sombreados, de 15 x 15 m, sendo colocados em cada um dos currais os animais por sexo e categoria de idade (machos adultos, machos jovens, fêmeas adultas, fêmeas jovens) a fim de reduzir os efeitos da

Tabela I. Médias de idade (anos) e peso vivo (kg) dos bovinos da raça Pé-Duro utilizados no experimento, segundo categoria de idade e sexo, em cada período do ano. (Means of age (years) and weight (kg) of Pé-Duro cattle breed used in the experiment, according to age category and sex, in each year period).

Período do ano Sexo Categoria de idade	Chuvoso (março)				Seco (novembro)			
	Macho		Fêmea		Macho		Fêmea	
	Jovem	Adulto	Jovem	Adulta	Jovem	Adulto	Jovem	Adulta
Idade (anos)	1,7	7,5	1,9	6,3	1,6	8,0	2,2	5,7
Peso vivo (kg)	154,4	328,9	148,9	246,8	155,4	314,1	153,7	228,1

dominância entre animais. Também a fim de reduzir o estresse os animais foram conduzidos coletivamente para os currais e aí, cada um era colocado por vez no tronco de contenção para medição dos parâmetros fisiológicos, temperatura retal (TR) e frequência respiratória (FR), às 10:00 e 15:00, correspondendo aos turnos manhã e tarde, respectivamente. Os dados foram coletados em três dias consecutivos, com temperatura ambiente variando entre 29,5 e 35°C, conforme recomendação para realização do Teste de Ibéria (Müller, 1982), em cada período (seco ou chuvoso) durante dois anos consecutivos.

A TR, em °C, foi medida através de termômetro clínico veterinário introduzido no reto de cada animal por três minutos, após a limpeza do reto. A FR, em movimentos respiratórios/minuto, foi quantificada através da observação dos movimentos do flanco direito dos animais por 1 minuto. É importante ressaltar que a FR foi mensurada após 1 hora da colocação dos animais no tronco a fim de reduzir os efeitos do estresse sobre este parâmetro.

Os resultados obtidos para TR e FR foram utilizados para cálculo do Coeficiente de Tolerância ao Calor (CTC), pelas fórmulas dos Testes de Ibéria e de Ibéria Modificado, e do coeficiente de adaptabilidade (CA), pela fórmula do teste de Benezra, descritas a seguir:

Fórmula do Teste de Ibéria

$$CTC = 100 - [18(TR_{\text{média}} - 38,3)]$$

Onde:

CTC= Coeficiente de tolerância ao calor;

TR_{média} = temperatura retal média de três dias, em °C.

Fórmula do teste de Ibéria modificado

$$CTC = 100 - [18(TR_{\text{tarde}} - TR_{\text{manhã}})]$$

Onde:

CTC= Coeficiente de tolerância ao calor;

TR_{tarde} - TR_{manhã} = temperatura retal às 15:00 menos a temperatura retal às 9:00.

Fórmula do teste de Benezra

$$CA = TR/38,3 + FR/23$$

Onde:

CA= coeficiente de adaptabilidade;

TR= temperatura retal, em °C;

FR= frequência respiratória, em movimentos respiratórios/minuto.

Para caracterização das condições meteorológicas do período experimental, os dados de temperatura ambiente (TA), em °C, e umidade relativa do ar (UR), em %, foram fornecidos pela Estação Meteorológica da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), localizada no município de São João do Piauí, no Estado do Piauí. As médias para TA e UR foram utilizadas na estimativa do índice de temperatura e umidade (ITU), segundo a fórmula proposta por Buffington *et al.* (1982):

$$ITU = 0,8TA + UR(TA - 14,3)/100 + 46,3$$

Onde:

TA= temperatura ambiente, em °C;

UR= umidade relativa do ar, em %.

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Tabela II. Temperatura ambiente, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade (ITU), segundo períodos do ano e horário do dia, registrados em São João do Piauí, Piauí, durante a realização do experimento. (Ambient temperature, relative humidity and temperature and humidity index (ITU), according to year period and day schedule, recorded in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil, during the experiment).

Horário do dia	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	9:00	15:00	9:00	15:00
Temperatura ambiente, °C	27,6±0,9	30,7±1,7	29,6±0,4	35,6±0,6
Umidade relativa do ar, %	64,0±12,8	45,0±11,8	49,0±1,3	29,0±0,5
ITU=0,8TA+UR(TA-14,3)/100+46,3*	76,9	78,2	77,5	80,9

*TA= temperatura ambiente, em °C e UR= umidade relativa do ar, em % (Buffington *et al.*, 1982).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se os procedimentos PROC ANOVA e PROC GLM do logiciário estatístico SAS (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independente do período do ano e horário do dia, a temperatura ambiente (**tabela II**) superou a faixa considerada por Kolb (1987) como zona de termoneutralidade para ruminantes, entre 5 e 20°C. Nos períodos chuvoso e seco, a temperatura ambiente da tarde superou a da manhã, resultados concordantes com os obtidos por Cardoso *et al.* (1983) e Martins Júnior (2004), devido provavelmente à maior radiação solar neste horário.

Considerando-se os resultados obtidos

para ITU superiores a 70, nos dois períodos do ano (**tabela II**), a condição climática média do local deste experimento pode ser considerada estressante, a partir da classificação de Hahn (1985) e Du Prez *et al.* (1990).

Apesar dos elevados valores de ITU, considerados críticos, os resultados das **tabelas III a V** sugerem que a TR dos animais permaneceu dentro da faixa considerada normal para bovinos em clima quente, de 38,0 a 39,3°C, por Bodisco *et al.* (1973), e para bovinos com mais de um ano de idade, de 38,5±1,5°C, por Kolb (1987), o que indica adaptabilidade fisiológica dos bovinos da raça Pé-Duro às condições ambientais do local do experimento.

A análise estatística dos dados de TR revelou interação significativa ($p < 0,05$) entre categoria de idade e período do ano em

Tabela III. Temperatura retal (°C) de bovinos da raça Pé-Duro, segundo horário do dia, categoria de idade e período do ano, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Rectal temperature (°C) of Pé-Duro cattle breed, according to day schedule, age category and year period, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	Jovem	Adulto	Jovem	Adulto
9:00 horas	39,15±0,25 ^{aA*}	38,63±0,53 ^{cB}	39,04±0,33 ^{aB}	38,83±0,37 ^{bB}
15:00 horas	39,24±0,32 ^{aA}	39,05±0,27 ^{bA}	39,21±0,30 ^{aA}	39,03±0,35 ^{bA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

Tabela IV. Temperatura retal (°C) de bovinos da raça Pé-Duro, segundo horário do dia, sexo e período do ano, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Rectal temperature (°C) of Pé-Duro cattle breed, according to day schedule, sex and year period, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
9:00 horas	38,78±0,63 ^{bB*}	39,00±0,24 ^{aA}	38,98±0,43 ^{aB}	38,90±0,30 ^{aB}
15:00 horas	39,17±0,38 ^{aA}	39,13±0,22 ^{aA}	39,13±0,26 ^{aA}	39,11±0,40 ^{aA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

relação ao horário do dia (**tabela III**) e entre sexo e período do ano em relação ao horário do dia (**tabela IV**) e à categoria de idade (**tabela V**).

Os animais jovens apresentaram TR superior ($p < 0,05$) aos adultos, independente de horário do dia e período do ano (**tabela III**), concordante com resultados obtidos por Martello *et al.* (2004). No entanto, Nicolau *et al.* (2004), não obtiveram efeito da idade sobre a TR de bovinos da raça Caracu.

No período seco, a TR no turno da tarde superou ($p < 0,05$) a obtida pela manhã, independente de categoria (**tabela III**) e do sexo (**tabela IV**), de acordo com resultados obtidos por Magalhães *et al.* (2000) e Martello *et al.* (2004) para a espécie bovina.

No período chuvoso, a TR das fêmeas foi superior ($p < 0,05$) a dos machos no turno

da manhã, não se verificando diferença significativa ($p > 0,05$) entre horário do dia para as fêmeas (**tabela IV**). Este fato deve-se provavelmente à concentração de manifestação de estro pela manhã em três fêmeas do experimento, pois, segundo Orihuela (2000) a temperatura ambiente afeta a manifestação do estro, enquanto, Galina *et al.* (1993) sugerem maior manifestação de estro nos horários mais frescos do dia, coincidentes com as temperaturas ambientais mais amenas pela manhã (**tabela II**), o que ocasionaria uma maior movimentação do animal neste horário e, conseqüentemente, a elevação de sua TR.

No período seco do ano, as fêmeas jovens apresentaram TR superior ($p < 0,05$) às adultas, não se verificando diferença significativa ($p > 0,05$) entre categoria de idade de machos, nem entre sexos dentro de

Tabela V. Temperatura retal (°C) de bovinos da raça Pé-Duro, segundo categoria de idade, sexo e período do ano, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Rectal temperature (°C) of Pé-Duro cattle breed, according to age category, sex and year period, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Jovem	39,26±0,34 ^{aA*}	39,13±0,22 ^{bA}	39,11±0,32 ^{bA}	39,14±0,34 ^{bA}
Adulto	38,69±0,59 ^{bB}	39,00±0,24 ^{aA}	38,99±0,39 ^{aA}	38,87±0,35 ^{aB}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Tabela VI. *Frequência respiratória (movimentos respiratórios/minuto) de bovinos da raça Pé-Duro, segundo horário do dia e período do ano, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí.* (Respiratory frequency (breathes/minute) of Pé-Duro cattle breed, according to day schedule and year period, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)	Seco (novembro)
9:00 horas	28,54±5,48 ^{abA*}	26,40±6,25 ^{ba}
15:00 horas	27,81±5,12 ^{ba}	28,00±6,70 ^{ba}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

cada categoria de idade, enquanto, no período chuvoso, os machos jovens apresentaram TR superior ($p < 0,05$) a das fêmeas da mesma categoria, o que discorda do trabalho de Silva *et al.* (2005), utilizando animais da raça Sindi, onde fêmeas e machos jovens não apresentam diferença entre suas TR (**tabela V**). Fêmeas adultas, no entanto, apresentaram TR superior à dos machos adultos, o que pode se justificar pela manifestação de estro em três fêmeas adultas neste período do ano. É sabido que a TR de fêmeas em estro é elevada em relação à daquelas que não estão nesta fase do ciclo reprodutivo (Kolb, 1987; Blood e Radostits, 1991).

Tabela VII. *Frequência respiratória (movimentos respiratórios/minuto), de bovinos da raça Pé-Duro, segundo categoria de idade, sexo e período do ano, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí.* (Respiratory frequency (breathes/minute) of Pé-Duro cattle breed, according to age category, sex and year period, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Jovem	28,42±4,34 ^{abA*}	28,50±5,28 ^{abA}	29,96±6,49 ^{aA}	27,33±5,04 ^{ba}
Adulto	26,58±6,95 ^{ba}	29,21±3,91 ^{aA}	23,46±6,35 ^{cb}	28,04±6,45 ^{abA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

A análise estatística dos dados de FR revelou interação significativa ($p < 0,05$) do período do ano em relação ao horário do dia (**tabela VI**) e entre sexo e período do ano em relação à categoria de idade (**tabela VII**).

Os resultados apresentados nas **tabelas VI e VII** indicam que os bovinos da raça Pé-Duro se apresentavam com FR inferior aos 60 movimentos respiratórios/minuto, considerado por Hahn *et al.* (1997) como limite a partir do qual se teria estresse térmico, o que corrobora os resultados apresentados para TR nas **tabelas III a V**, porém contradiz os resultados obtidos para ITU (**tabela II**). Trabalhando com bovinos da raça Sindi no semi-árido nordestino, Turco *et al.* (1999) obtiveram FR média de 23 a 27 movimentos respiratórios/minuto, próximos aos para bovinos da raça Pé-Duro obtidos neste trabalho.

A FR não sofreu influência significativa ($p > 0,05$) de horário do dia dentro de cada período (**tabela VI**). No entanto, quando consideramos o turno da manhã a FR foi superior ($p < 0,05$) no período chuvoso, denotando que os animais tiveram maior dificuldade em manter o seu equilíbrio térmico o que se deve provavelmente à maior umidade relativa do ar (**tabela II**), sendo necessário o incremento da FR para compensar a dificuldade de dissipação de calor pela pele (sudorese), segundo Titto (1998).

No período seco, os bovinos machos jovens apresentaram FR maior ($p < 0,05$) que

os adultos. Neste período do ano, verificou-se ainda diferença significativa ($p < 0,05$) entre sexo dentro das categorias de idade, tendo os machos jovens apresentado maior FR que as fêmeas desta categoria, porém as fêmeas adultas apresentaram maior FR que os machos adultos. No período chuvoso, não houve diferença significativa entre sexo dentro das mesmas categorias de idade ($p > 0,05$), porém as fêmeas adultas apresentaram maior FR ($p > 0,05$) que os machos da mesma categoria (**tabela VII**).

Considerando-se ainda os dados apresentados na **tabela V**, verifica-se que não houve diferença ($p > 0,05$) para TR entre machos jovens e adultos no período seco ou entre sexos para animais adultos no mesmo período, indicando que bovinos machos utilizam melhor a FR no período seco para manter a TR. Quanto ao período chuvoso, também se avaliando em conjunto os resultados para TR e FR das **tabelas III e VII**, respectivamente, verifica-se que as fêmeas jovens conseguiram utilizar mais eficientemente ($p < 0,05$) a FR para manter a TR, porém, o mesmo não ocorreu em relação às adultas, que apesar de apresentarem FR superior ($p < 0,05$) a dos machos, esta não foi suficiente para que a TR das mesmas fosse tão baixa quanto a destes.

De maneira geral, os resultados para TR e FR indicam que as médias diárias de ITU até 80,9 não causaram alterações na

condição normal da termorregulação dos bovinos da raça Pé-Duro, indicando que os limites críticos deste índice para esta raça no semi-árido do Estado do Piauí devem ser pesquisados.

Na interpretação do teste de Ibéria, quanto mais próximo de 100 mais adaptado está o animal às condições em que o teste foi realizado. Assim, os animais adultos, machos no período chuvoso, e fêmeas no período seco do ano, estariam melhor ($p < 0,05$) adaptados às condições em que o teste foi realizado (**tabela VIII**). A partir dos dados da **tabela V**, verifica-se que, machos e fêmeas adultas nos períodos chuvoso e seco, respectivamente, apresentam as mais baixas TR, em valores absolutos, o que ocasiona uma menor diferença entre estes valores (temperatura retal média dos três dias de observação) e o valor de $38,3^{\circ}\text{C}$ utilizado na fórmula do teste de Ibéria.

Nas **tabelas IX e X** estão apresentados os resultados para o teste de Ibéria modificado. Da mesma forma que para o teste de Ibéria, quanto mais próximo de 100 mais adaptado o animal às condições da região. Os resultados superam os obtidos para o teste de Ibéria, o que torna o teste de Ibéria modificado um melhor indicador da adaptação dos bovinos da raça Pé-Duro às condições ambientais do semi-árido. Este fato se deve à utilização da diferença entre as TR nos turnos da manhã e tarde e não ao

Tabela VIII. Coeficiente de tolerância ao calor (CTC), obtido pelo teste de Ibéria, para bovinos da raça Pé-Duro, segundo categoria de idade, sexo e período do ano, sob condições semi-áridas, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Heat tolerance coefficient (CTC) obtained by Iberia test to Pé-Duro cattle breed, according to age category, sex and year period, under semi-arid zone conditions, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)		Seco (novembro)	
	Macho	Fêmea	Macho	Fêmea
Jovem	82,64±4,06 ^{ab*}	85,11±2,03 ^{aA}	85,75±3,83 ^{aA}	84,93±1,72 ^{ab}
Adulto	93,06±7,19 ^{aA}	87,36±2,51 ^{bA}	87,48±4,46 ^{bA}	89,65±3,44 ^{abA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Tabela IX. Coeficiente de tolerância ao calor (CTC), obtido pelo teste de Ibéria modificado, para bovinos da raça Pé-Duro, segundo sexo e período do ano, sob condições semi-áridas, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Heat tolerance coefficient (CTC) obtained by Iberia test modified to Pé-Duro cattle breed, according to sex and year period, under semi-arid zone conditions, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)	Seco (novembro)
Macho	93,10±7,82 ^{bb*}	96,93±4,59 ^{aA}
Fêmea	97,75±3,60 ^{aA}	96,10±4,20 ^{aA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

valor constante de 38,3°C, adotado por ser considerada a TR normal para bovinos de raças européias à temperatura ambiente de 10°C, segundo Brody (1956). Müller (1982) cita como uma das limitações do teste de Ibéria e causas de sua modificação a não consideração das variações devidas à idade, raça, sexo, nível de alimentação dentre outras.

A partir dos dados obtidos com o teste de Ibéria modificado o período chuvoso mostra-se o mais crítico para os animais machos (**tabela IX**) e adultos (**tabela X**), pois neste período estão os menores valores obtidos em relação ao referencial 100. Estes resultados devem-se, provavelmente, às maiores diferenças absolutas para TR entre horários nestes casos (**tabelas III e V**), visto que, pela fórmula do teste de Ibéria modificado, animais com menor variação entre as TR da manhã e tarde, com maior capacidade de manutenção da homeotermia, estarão mais adaptados às condições de ambiente climático.

Apesar da importância da menor variação entre as TR entre horários do dia para a adaptabilidade do animal, esta pode decorrer da redução da TR à tarde, o que é benéfico,

Tabela X. Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) obtido pelo teste de Ibéria modificado, para bovinos da raça Pé-Duro, segundo categoria de idade e período do ano, sob condições semi-áridas, no município de São João do Piauí, Estado do Piauí. (Heat tolerance coefficient (CTC) obtained by Iberia test modified to Pé-Duro cattle breed, according to age category and year period, under semi-arid zone, in São João do Piauí County, Piauí State, Brazil).

	Chuvoso (março)	Seco (novembro)
Jovem	98,43±4,66 ^{aA*}	96,63±4,86 ^{aA}
Adulto	92,43±6,69 ^{bB}	96,40±3,93 ^{aA}

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha, ou maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo TDIFF a 5% de probabilidade.

ou ao contrário, dever-se ao aumento da TR da manhã, o que é maléfico e pode indicar insuficiência da temperatura ambiente noturna em reduzir a TR matutina a condições ideais para os animais.

O teste de Benezra considera além da TR a FR. Em relação a este teste não houve efeito significativo ($p > 0,05$) dos fatores avaliados ou de suas interações, sendo o coeficiente de adaptabilidade (CA) ao calor médio para bovinos da raça Pé-Duro 2,24±0,20. Considerando que quanto mais adaptado o animal mais próximo de 2,0 deve ser o CA, o valor obtido sugere que práticas de manejo animal e de ambiente devem ser implementadas, visando propiciar maior conforto térmico aos animais. Magalhães *et al.* (2000), obtiveram coeficiente de adaptabilidade para vacas da raça Girolanda no Estado de Rondônia, nos turnos manhã e tarde, de 2,58 e 3,58, respectivamente, bem superior ao valor obtido para bovinos da raça Pé-Duro no semi-árido do Estado do Piauí.

CONCLUSÕES

O índice de temperatura e umidade (ITU) e os coeficientes de tolerância ao calor (CTC),

obtidos pelo teste de Ibéria e teste de Ibéria modificado, e o coeficiente de adaptabilidade (CA), obtido pelo teste de Benezra, apesar de indicarem condição de estresse, não estão associados a esta condição para bovinos da raça Pé-Duro, os quais mantiveram a temperatura retal e frequência respiratória dentro dos limites considerados normais para a espécie bovina, independente dos fatores idade, sexo, horário do dia e período do ano, indicando boa adaptação às condições do semi-árido do Estado do Piauí.

A disparidade entre as observações relacionadas à temperatura retal e frequência respiratória em relação ao índice de temperatura e umidade e coeficiente de tolerância ao calor sugere a necessidade de maior investigação acerca dos valores críticos

desses índices em clima tropical para a raça bovina Pé-Duro, visando estabelecimento de um índice que reflita com maior precisão o estresse térmico destes animais.

AGRADECIMENTOS

Ao pesquisador Dr. José Herculando Carvalho, Embrapa Meio-Norte, pelo suporte concedido aos bolsistas do CNPq na Fazenda Experimental Octávio Domingues.

A Estação Meteorológica da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), localizada no município de São João do Piauí, no Estado do Piauí, pela disponibilização dos dados meteorológicos.

BIBLIOGRAFIA

- Andrade Júnior, A.S., E.A. Bastos, A.H.C. Barros, C.O. Silva e A.A.N. Gomes. 2004. Classificação climática do Estado do Piauí. Embrapa Meio-Norte. Teresina. (Série Documentos, 86). 86 p.
- Arcaro Júnior, I., J.R.P. Arcaro, C.R. Pozzi, C. del Fava, H. Fagundes, S.V. Matarazzo e J.E. Oliveira. 2005. Respostas fisiológicas de vacas em lactação à ventilação e aspersão na sala de ordenha. *Ciência Rural*, 35: 639-643.
- Baccari Júnior, F. 1990. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. In: Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos, 1. Fortaleza. 1986 Anais. Embrapa-DIE. Brasília. p. 9-17. (Embrapa-CNPC. Documentos, 7).
- Beede, D.K. and R.J. Collier. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *J. Anim. Sci.*, 62: 543-554.
- Bényei, B. e C.C.W. Barros. 2000. Variações fisiológicas de parâmetros reprodutivos em vacas de raça Holandesa importadas da Hungria para o Nordeste brasileiro. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*, 37 (on line).
- Blood, D.C. e O.M. Radostits. 1991. Clínica veterinária. 7ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 1263 p.
- Bodisco, V., U. Manrique, A. Vale y E. Cevallos. 1973. Tolerancia al calor y humedad atmosférica de vacas Holstein, Pardas Suizas y Guernsey. *Agron. Trop.*, 23: 241-261.
- Brody, S. 1956. Climatic physiology of cattle. *J. Dairy Sci.*, 39: 715-725.
- Buffington, D.E., R.J. Collier and G.H. Canton. 1982. Sheed management systems to reduce heat stress for dairy cows. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph. Paper 82-4061. 16 p.
- Cardoso, R.M., J.E. Falco, M.A. Silva e J.A. Garcia. 1983. Reações fisiológicas de vacas leiteiras mantidas à sombra, ao sol e ambiente parcialmente sombreado. *Rev. Soc. Bras. Zootecn.*, 12: 458-467.
- Carvalho, J.H. 1986. Projeto de preservação do gado Pé-Duro. In: Seminário de Pesquisa Agropecuária do Piauí, 4. 1986. Teresina. Anais. Embrapa/UEPAE de Teresina. Teresina. p. 504-522.
- Damasceno, J.C., F. Baccari Júnior e L.A. Targa. 1998. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. *Rev. Soc. Bras. Zootecn.*, 27: 595-602.
- Du Prez, J.H., W.H. Giesecke and P.J. Hatting. 1990. Heat stress in dairy cattle and other livestock under southern African conditions. I.

ADAPTABILIDADE DE BOVINOS DA RAÇA PÉ-DURO ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

- Temperature-humidity index mean values during the four main seasons. *Onderst. J. Vet. Res.*, 57: 77-87.
- Encarnação, R.O. 1989. Estresse e produção animal. In: Ciclo Internacional de Palestras Sobre Bioclimatologia Animal, 1989. Jaboticabal. Anais. FUNEP. Jaboticabal. p. 111-129.
- Galina, C.S., A. Orihuela and I. Rubio. 1993. Behavioural characteristics of zebu cattle with emphasis on reproductive efficiency. In: Fields, M.J., Sand, R.S. (eds.). Factors affecting calf crop. CRC Press. Boca Raton. p. 345-362.
- Hahn, G.L. 1985. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: Yousef, M.K. (ed.). Stress physiology in livestock. v. 2. CRC Press. Boca Raton.
- Hahn, G.L., A.M. Parkhurst and J.B. Gaughan. 1997. Cattle respiration rate as a function of ambient temperature. *Trans. ASAE*, 40: 97-121.
- Johnson, H.D., A.C. Ragsdale, I.L. Berry and M.D. Shanklin. 1962. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Trans. ASAE*, n. 791.
- Kolb, E. 1987. Fisiologia veterinária. 4ª ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 612 p.
- Magalhães, J.A., R.M. Takigawa, C.R. Townsend, N.L. Costa e R.G.A. Pereira. 2000. Tolerância de bovídeos à temperatura e umidade do trópico úmido. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, 2: 62-167.
- Martello, L.S., H. Savastano Júnior, E. Luz, S. Silva e E.A.L. Titto. 2004. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesa em lactação submetidas a diferentes ambientes. *Rev. Bras. Zootecn.*, 33: 181-191.
- Martins Júnior, L.M. 2004. Adaptabilidade das raças Boer e Anglo-Nubiana às condições climáticas da região Meio-Norte do Brasil. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Piauí. Teresina. 45 p.
- Müller, P.B. 1982. Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos. 3ª ed. Sulina. Porto Alegre. 262 p.
- Nicolau, C.V.J., R.G. Silva, L.S.L.S. Mota e C.J. Veríssimo. 2004. Características da pele e do pelame em bovinos da raça Caracu. *Arch. Zootec.*, 53: 25-34.
- Nogueira Neto, A.F. 1980. Aspectos da pecuária piauiense. Sociedade de Medicina Veterinária do Piauí. Teresina. 7 p.
- Orihuela, A. 2000. Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 70: 1-16.
- Pires, M.F.A., A.M. Ferreira, H.M. Saturnino e R.L. Teodoro. 2002. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootecn.*, 54: 57-63.
- Santos, R. 1999. Os cruzamentos na pecuária moderna. Agropecuária Tropical. Recife.
- SAS. 2000. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute. Cary, NC.
- Silanikove, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livest. Prod. Sci.*, 67: 1-18.
- Silva, R.G. 2000. Introdução à bioclimatologia animal. Nobel. São Paulo. 286 p.
- Silva, R.M.N., B.B. Sousa, A.P. Souza, M.L. Marinho, G.P. Tavares e L.M.N. Silva. 2005. Efeito do sexo e da idade sobre os parâmetros fisiológicos e hematológicos de bovinos da raça sindi no semi-árido. *Ciênc. Agrotecnol.*, 29: 193-199.
- Starling, J.M.C., R.G. Silva, M. Cerón-Muñoz, G.S.S.C. Barbosa e M.J.R. Paranhos da Costa. 2002. Análise de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Rev. Bras. Zootecn.*, 31: 2070-2077.
- Thom, E.C. 1958. Cooling degrees: day air conditioning, heating and ventilating. *Trans. ASAE*, 55: 65-72.
- Titto, E.A.L. 1998. Clima: influência na produção de leite. In: Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite, 1. 1998. Piracicaba. Anais. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba. p. 10-23.
- Turco, S.H.N., G.G.L. Araujo, A.H.C. Teixeira, P.G. Abreu, E. Mesquita e S.C. Alencar. 1999. Temperatura retal e frequência respiratória de bovinos da raça Sindi sob condições térmicas do semi-árido brasileiro. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36. 1999. Porto Alegre. Anais. SBZ. Porto Alegre.