

ESTUDO DE RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE EQÜINOS SEM RAÇA DEFINIDA E DA RAÇA QUARTO DE MILHA ÀS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS DE TERESINA, PIAUÍ

LUIZ AUGUSTO DE OLIVEIRA,¹ JOSÉ ELIVALTO GUIMARÃES CAMPTEL,² DANIELLE MARIA MACHADO RIBEIRO AZEVEDO,³ AMILTON PAULO RAPOSO COSTA,⁴ SÍLVIA HELENA NOGUEIRA TURCO⁵ E JOSÉ WILSON DA SILVA MOURA⁶

-
1. Professor do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI
 2. Professor do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI - elivalto@ufpi.br
 3. Pesquisadora do Embrapa Meio Norte – Taboleiros Costeiros
 4. Professor do Departamento de Morfofisiologia Veterinária – CCA – UFPI
 5. Professora da UNEB, Campus de Juazeiro do Norte
 6. Professor do Departamento de Zootecnia – CCA – UFPI

RESUMO

Estudou-se, com eqüinos Sem Raça Definida e com animais da raça Quarto de Milha, o comportamento de parâmetros fisiológicos com objetivo de avaliar, por meio de testes de tolerância e de dissipação de calor, a adaptabilidade desses animais ao ambiente térmico de Teresina, PI. Coletaram-se as medidas de temperatura retal e as frequências cardíaca e respiratória em março e outubro, período esse que representa, respectivamente, o período chuvoso e o quente e seco na região. A resposta de cada grupo genético foi avaliada utilizando-se os parâmetros fisiológicos e índices (adaptações dos testes de Ibéria, Benezra e Rainysby). Em cada plantel o delineamento estatístico foi o inteiramente

casualizado e as análises feitas com modelo que incluiu efeito de período do ano e/ou horário de mensuração do parâmetro. O ambiente térmico na região, no período seco do ano, dificulta a manutenção de homeotermia nos animais, limitando a realização de atividades físicas com eqüinos. Os parâmetros fisiológicos sofreram influência de elevação da temperatura ambiente. A raça Quarto de Milha mostrou-se adaptada às condições ambientais avaliadas, com pequena alteração na temperatura retal diante do incremento da temperatura ambiente. O ambiente térmico quente do período seco do ano interferiu na homeotermia dos animais Sem Raça Definida.

PALAVRAS-CHAVES: Adaptação, ambiente térmico, índices, frequência respiratória, temperatura retal.

ABSTRACT

STUDY OF PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF EQUINES WITHOUT DEFINED BREED AND QUARTER HORSE TO THE CLIMATIC CONDITIONS OF TERESINA, PIAUÍ

This study was developed to evaluate the adaptability of without defined breed and Quarter Horses to the thermal conditions of Teresina, using physiological parameters using tolerance tests and heat dissipation. The measures of rectal temperature and heart and respiratory rates were collected in March and October. These months represents, respectively, the rainy period and the hot and dry period in the area studied. The response of each genetic group was

evaluated using physiological parameters and adaptations indexes (Ibéria, Benezra and Rainysby tests). In each herd the experimental design was completely randomized and the statistical model included the effect of period of the year and/or schedule of measurement of the parameter. The thermal environment in the area during the dry period of the year hinders the homeothermic maintenance in the animals, limiting the physical activities with horses. The

physiological parameters suffered with an increase of the environmental temperature. The Quarter Horses were shown to be adapted to the environmental conditions, with small alterations in the rectal temperature caused by increment of

the temperature. The hot thermal environment during the dry period of the year interfered in the homoeothermic behavior of the Without Defined Breed animals.

KEY WORDS: Adaptation, indexes, rectal temperature, respiratory rate, thermal environment.

INTRODUÇÃO

Nos sistemas de produção agropecuários considera-se o ambiente de produção um fator preponderante à eficiência da atividade econômica desenvolvida, a ponto de o ambiente o mais adequado possível à produção tornar-se uma exigência básica para que os animais expressem o seu potencial, isso considerando também a vinculação à necessidade do bem-estar animal. A esse respeito, o interesse em conhecer respostas adaptativas de animais ao ambiente tropical não é recente. Segundo MATHER (1974), uma das maiores preocupações da “bioclimatologia animal” é buscar compreender o efeito de um conjunto de condições climáticas sobre o conforto térmico que o meio ambiente proporciona aos animais.

Segundo SILVA (2005), as variáveis ambientais são fatores estressantes que agem sobre o organismo como um todo, levando-o a reagir de alguma forma, e os resultados dessa reação podem ser avaliados por meio do comportamento de variáveis fisiológicas que, em conjunto, dão a medida da tensão a que o animal está submetido. Com relação à adaptabilidade de equinos a novos ambientes, esta tem sido avaliada pela habilidade, do animal, de ajustar-se às condições ambientais médias (PALUDO et al., 2002).

FOREMAM & FERLAZZO (1996) destacam o transporte, o exercício, a laminitis, além de mudanças de temperatura e umidade ambiente, como fatores mais estressantes para os equinos. Quanto à expressão de sinais indicadores de desconforto, principalmente térmico, CRABBLE (1998) enfoca o aumento das frequências respiratória e cardíaca, a presença de sudorese e de vasos periféricos aparentes na superfície corpórea, bem como aumento da temperatura retal. A manutenção da temperatura retal, dentro dos

limites normais para a espécie, quando mantida em condições adversas, tem sido usada como critério para caracterizar adaptabilidade (PALUDO et al., 2002).

Segundo CUNNINGHAM (1999), alterações nos parâmetros fisiológicos são evidências de tentativas orgânicas a que os animais recorrem para sair da condição de estresse térmico às quais estão submetidos. A esse respeito, sob temperatura de até 35°C, a perda de calor latente via respiração, que é complementada pela perda que ocorre via sudorese, pode chegar até 60% do calor total perdido (YOUSEF, 1985).

Em relação aos equinos, segundo GEOR & McCUTCHEON (1998), a grande carga de calor metabólico gerada como consequência de trabalho muscular requer ativação de mecanismos termorregulatórios para prevenir a elevação perigosa da temperatura do corpo durante exercício. Para esses autores, o risco de desenvolvimento de hipertermia com poder de ameaçar à vida é maior quando: 1) o cavalo é condicionado inadequadamente para o nível exigido de desempenho físico; 2) o exercício é empreendido em condições ambientes quentes e úmidas e; 3) há prejuízos a mecanismos de termorregulação, por exemplo, desidratação severa. Por outro lado, exercício e exposição repetida a condições ambientes quentes resultarão em várias adaptações fisiológicas, que conferem habilidade termorregulatória melhorada.

A avaliação da adequação de um animal a ambientes quentes, segundo SILVA et al. (2005), pode ser dividida em duas classes: adaptação fisiológica e adaptabilidade de um rendimento, enquanto que, para SANTOS et al. (2004), uma prova de tolerância ao calor deve guardar alta correlação com a produtividade dos animais, de tal maneira que se possa prever, em animais jovens, o desempenho destes e de seus descendentes, através de medidas de adaptabilidade.

Considerando esse ponto de vista, existe crescente interesse em descrever a termorregulação de animais domésticos, mediante modelos de zoneamento climático, visando, sobretudo, à previsão ou estimativa das suas reações para enfrentar os desafios do ambiente térmico, determinando, assim, sua adequação para a manutenção econômica da produção (SILVA, 2005). Nessa mesma linha, o desenvolvimento de testes ou índices, classificados como “medidas de adaptabilidade”, também tem sido proposto. Assinale-se que alguns deles caracterizam a capacidade dos animais em manter sua homeotermia ou dissipar calor. Dentre esses testes, MULLER (1989) destaca o desenvolvimento dos seguintes para condições de campo: de Ibéria ou Rhoad, de Benezra e de Rainsby.

Assim, considerando esses aspectos e a importância crescente que a equideocultura vem obtendo na região Nordeste, diante da introdução de animais de raças de grande porte nos rebanhos locais, principalmente para atividades esportivas, amplia-se a necessidade de estudos da resposta de equinos às condições de ambiente térmico dessa região. O objetivo desse estudo foi avaliar o comportamento de parâmetros fisiológicos de equinos Sem Raça Definida (SRD) e também da raça Quarto de Milha em ambiente quente e caracterizar a adaptabilidade desses animais, por meio de testes de tolerância e de dissipação de calor, às condições ambientais de Teresina, Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com informações coletadas, por avaliadores distintos, simultaneamente no plantel de equinos Sem Raça Definida (SRD) do Esquadrão de Cavalaria da Polícia Militar do Piauí e no plantel de animais Quarto de Milha do Haras São Miguel, situados no município de Teresina, Piauí, que está numa latitude de 05°05'21" sul, longitude de 42°48'07" oeste e altitude média de 72m (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 1992).

O sistema de criação em ambos os plantéis é o semi-intensivo, sendo que durante o dia os animais foram mantidos em baias de alvenaria,

com cobertura de telha de barro e à noite soltos em piquetes para pastejo livre. A alimentação foi à base de feno de Tifton (*Cynodon spp*) e Tango (*Brachiaria sp.*), além de suplementação com rações comerciais de valor protéico variando entre 14% e 16% e energia de 2.700 a 3.000kcal, sempre oferecidos na proporção de 2% de peso vivo.

Nos dois plantéis os animais foram avaliados por resenhas zootécnicas, sendo que se conferiu a idade dos cavalos SRD pela dentição. Para a raça Quarto de Milha, obteve-se a idade da ficha zootécnica de cada animal. Após esse procedimento, selecionaram-se ao acaso para esta pesquisa dezesseis equinos machos, em estado nutricional aparentemente uniforme, sendo oito animais de cada plantel, nos quais se registraram o peso e, com hipômetro, o comprimento corporal, o perímetro torácico e a altura de cernelha.

A uniformidade dos animais selecionados em cada plantel e a sua caracterização, em termos de comprimento corporal, perímetro torácico e a altura de cernelha, foram aferidas analisando-se essas medidas em delineamento estatístico inteiramente casualizado, considerando-se efeito de grupo genético como aleatório, com oito repetições.

Em cada plantel caracterizou-se o ambiente térmico do local de criação durante o período seco e quente do ano, registrando-se, ao sol e à sombra durante duas semanas no mês de outubro, a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar com termo-higrógrafo e, com o termômetro em Globo de Vernon, registrou-se a temperatura de globo negro, usada no cálculo do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), segundo a fórmula

$$ITGU = tg + 0,36tpo + 41,5$$

Em que:

tg = temperatura (°C) no globo de Vernon no local de avaliação dos animais,
tpo = temperatura do ponto de orvalho, calculada segundo PEREIRA et al. (1997).

A temperatura de globo negro e esse índice ITGU foram analisados, para cada plantel, considerando-se um fatorial 2x2 (dois horários do dia – 10 e 15 horas; dois locais de mensuração – à sombra e ao sol), sendo as médias desses fatores comparadas pelo teste F (P<0,05).

O procedimento usado na mensuração da temperatura retal (°C) consistiu da manutenção de termômetro de mercúrio no ânus do animal durante aproximadamente dois minutos. A frequência cardíaca (bat./min) foi obtida pela contagem dos batimentos cardíacos com a utilização de estetoscópio manual, posicionado do lado esquerdo do tórax, caudalmente à ponta do codilho, durante um minuto. A frequência respiratória (mov./min.) foi medida pela observação e contagem dos movimentos do flanco do animal, durante um minuto.

Analisou-se por regressão a influência da variação do ambiente térmico ao longo do dia sobre o comportamento dos parâmetros fisiológicos dos animais, mensurados simultaneamente em cada plantel a cada duas horas, durante 24 horas, em dois dias alternados de duas semanas no período quente e seco (outubro) na região e duas no chuvoso (março).

Para avaliar a influência do período do ano (seco ou chuvoso) sobre o comportamento dos parâmetros fisiológicos dos animais de casa plantel, das mensurações já descritas no parágrafo anterior, considerou-se a média de uma medida feita na parte da manhã (às oito horas) e outra às 15 horas e as analisou-se estatisticamente, num delineamento inteiramente casualizado, com o efeito de período do ano como aleatório no modelo e as médias comparadas pelo teste F ($P < 0,05$).

A resposta fisiológica dos animais ao ambiente térmico de cada plantel foi avaliada analisando-se o comportamento da temperatura retal (TR) e das frequências respiratória (FR) e cardíaca (FC), considerando-as diretamente ou por meio da utilização destas em versões modificadas dos seguintes índices de adaptação fisiológica: teste de Ibéria ou Rhoad, de Benezra e de Rainsby, descritos em MULLER (1989); teste descrito por BACCARI Jr. et al. (1986) e outro similar ao de Benezra adaptado por MARTINS JR. (2004).

O coeficiente de tolerância ao calor (CTC) do teste de Ibéria foi determinado através da fórmula a seguir, desenvolvida originalmente para bovinos, sendo nesta pesquisa utilizado com a temperatura de 38°C como a normal para eqüinos. Nesse teste, o valor mais próximo de 10 impli-

ca animais mais adaptados ao ambiente térmico considerado:

$$CTC = 100 - [18 (TR_m - 38)],$$

em que:

CTC = coeficiente de tolerância ao calor;

100 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em 38°C;

18 = constante;

TR_m = temperatura retal média à sombra, após trinta minutos de exposição ao sol às 10 e 14 horas;

38 = temperatura retal média (°C) normal para eqüinos (ESMAY, 1979).

O índice de capacidade de tolerância à insolação (ICTI) do teste de BACCARI Jr. et al. (1986), desenvolvido originalmente para búfalos, foi calculado com a fórmula seguinte, sendo que nesse teste o valor mais próximo de dez implica animais mais adaptados ao ambiente térmico considerado:

$$ICTI = 10 - (TR_2 - TR_1),$$

em que:

ICTI = índice de capacidade de tolerância à insolação;

10 = eficiência máxima em manter a temperatura corporal em equilíbrio;

TR₂ = temperatura retal média à sombra, após trinta minutos de exposição ao sol às 10 e 14 horas;

TR₁ = temperatura retal média à sombra, no horário de 10 e 14 horas, antes da exposição ao sol.

Para compor os índices de tolerância ao calor do teste de Ibéria e de BACCARI Jr. et al. (1986), realizaram-se, simultaneamente nos animais dos dois plantéis, mensurações da temperatura retal em três dias alternados por semana, durante duas semanas em cada período do ano avaliado, sendo que essas mensurações ocorreram nos dias que intercalaram as já citadas.

Para esses testes a temperatura retal foi obtida em dias ensolarados, com a coleta realizada na parte da manhã até as 10, e na parte da tarde, iniciada às 14 horas. Nesses horários, os animais permaneceram expostos ao sol durante trinta

minutos em pista cercada, sem acesso à água e à comida, mas com livre movimentação. Após esse período, os animais foram recolhidos à sombra, para o registro da temperatura retal. Para o teste de BACCARI Jr. et al. (1986), também foi mensurada a temperatura retal dos animais antes de serem expostos ao sol.

Para os testes de Benezra e o teste adaptado deste por MARTINS JR. (2004), utilizaram-se mensurações dos parâmetros fisiológicos obtidas nos dias que intercalaram as mensurações feitas para o teste de Ibéria, coletadas no intervalo de 14 às 15 horas, com os animais mantidos à sombra e repousando nas baias.

O coeficiente de adaptabilidade (CA) deste teste foi estimado com a fórmula a seguir, apresentada por MULLER (1989), na qual se utilizaram os valores 38 e 16, respectivamente, como temperatura retal e frequência respiratória normais para equinos. Para esse teste, o valor mais próximo de dois implica animais mais adaptados ao ambiente térmico considerado:

$$CA = TR/38 + FR/16,$$

em que:

CA = coeficiente de adaptabilidade do teste;

TR = temperatura retal, em °C;

FR = frequência respiratória, em movimentos por minuto;

38 = temperatura retal média normal de equinos (ESMAY, 1979),

16 = frequência respiratória média normal de equinos (THOMASSIAN, 1984).

O índice do teste adaptado por MARTINS JR. (2004), com a inclusão da frequência cardíaca na fórmula do teste de Benezra, é $CA^* = TR/38 + FR/16 + FC/34$, sendo que se considerou normal o valor 34 da frequência cardíaca para equinos (THOMASSIAN, 1984). Para esse teste, o valor mais próximo de três implica animais mais adaptados ao ambiente térmico considerado.

Os valores desses quatro índices foram analisados estatisticamente, para cada plantel, considerando-se, no modelo, o efeito de período do ano como aleatório e as médias comparadas pelo teste F ($P < 0,05$). Também se analisou estatisticamente o efeito do horário de mensuração da temperatura

retal, apenas para o período seco do ano, usando o índice do teste de Ibéria e o de BACCARI Jr. (1986). Constatou-se como aleatório no modelo a hora do dia em que ocorreu a mensuração da temperatura retal, e as médias dos índices também foram comparadas pelo teste F ($P < 0,05$).

Utilizou-se o teste de Rainysby para avaliação da capacidade de dissipação de calor produzido durante a realização de atividade física pelos cavalos. Nesse teste, utilizou-se a temperatura retal durante a parte da manhã (de 8 às 10 horas), correspondendo à mesma quantidade de dados do teste de Ibéria, e coletadas nas duas semanas que se seguiram à coleta para esse teste, feitas no mês de março e de outubro, para cada plantel simultaneamente.

Considerou-se o seguinte procedimento: os animais permaneceram nas baias durante a noite e antes do início dos exercícios em pista e expostos ao sol, sendo registrada a temperatura retal. A atividade física consistiu dos animais serem montados e submetidos a exercício físico, como corridas leves de 200 metros, sendo sua temperatura retal aferida durante essa atividade e, ao ultrapassar 40°C, conduziram-se os animais à sombra, para descansarem e terem sua temperatura retal monitorada com intervalo de dez minutos, até cinquenta minutos do fim do exercício.

Para a identificação do tempo necessário que os animais gastaram para retornarem à temperatura retal de repouso, registrada antes do início dos exercícios, recorreu-se à análise estatística, com utilização do teste de Tukey para cada plantel. Na interpretação dos resultados considerou-se que o tempo gasto para retornar à temperatura de repouso seria o primeiro a não diferir estatisticamente ($P < 0,05$) da temperatura do repouso.

Em todas as análises utilizou-se o *software* SAEG (EUCLYDES, 1997) para a estimação dos componentes de variâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A constatação de valor inferior a 4% nos coeficientes de variação das características indicadoras do tamanho corporal dos animais utilizados nesta pesquisa demonstra que os critérios preesta-

belecionados para garantir a uniformidade dos animais escolhidos para a pesquisa foram eficientes.

O peso corporal e as medidas hipométricas dos animais da raça Quarto de Milha foram significativamente superiores ($P < 0,05$) aos valores dos animais Sem Raça Definida (Tabela 1). O peso médio e a altura corporal desses cavalos estão próximos do valor aceito para animais de trabalho desta raça, segundo a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE QUARTO DE MILHA (2005), cujos valores médios de referência são 500 kg e 1,5m, respectivamente.

Com relação aos animais Sem Raça Definida utilizados, os valores dessas medidas são superiores aos dos animais que GUERRA (2003) apresenta como padrão, criados extensivamente na região e submetidos aos efeitos desfavoráveis do clima quente e nutrição pobre. Entretanto, mesmo sendo animais SRD, eles são empregados em patrulhamento urbano pela Polícia Militar, por exercerem uma atividade que requer força. A razão

de terem sido selecionados atende à exigência de apresentarem maior tamanho que a média do animal SRD da região.

Apresentam-se na Tabela 2 os valores da temperatura de globo negro ($^{\circ}\text{C}$) e o valor correspondente para o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), nos dois plantéis obtidos no mês de outubro. O valor médio de 44°C da temperatura de globo negro às 15 horas, constatado nos dois plantéis, superou o que foi registrado na parte da manhã em aproximadamente 13°C e implicou um valor superior a 92 para o índice ITGU ao sol. Com isso está caracterizado que o ambiente térmico se mostrou com temperatura ambiente que pode ser considerada acima da zona de conforto térmico para muitos animais domésticos, até mesmo caprinos (BRASIL et al., 2000) e ovinos (CEZAR et al., 2004), que são animais rústicos e tidos como de grande capacidade de adaptação a condições climáticas adversas.

TABELA 1. Coeficiente de variação (%) e média do peso corporal e das medidas hipométricas de equinos Sem Raça Definida e Quarto de Milha

Raça	Peso corporal (kg)	Comprimento corporal (m)	Altura na cernelha (m)	Perímetro torácico (m)
Quarto de Milha	463 ^a	1,55 ^a	1,53 ^a	1,77 ^a
Sem Raça Definida	360 ^b	1,44 ^b	1,42 ^b	1,58 ^b
Coeficientes de variação (%)	3,02	3,59	2,76	3,58

* Médias com letra minúscula distinta na coluna diferem a 5% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 2. Médias das variáveis climáticas, ao sol e à sombra na parte da manhã e na tarde, no Esquadrão de Polícia Militar e no Haras São Miguel no mês de outubro

Variável climática	Horário do dia	Esquadrão		Haras	
		Ao sol	À sombra	Ao sol	À sombra
Temperatura no globo negro ($^{\circ}\text{C}$).	10 h	31,06 ^{bA}	29,20 ^{bA}	31,30 ^{bA}	29,30 ^{bA}
	15 h	44,00 ^{aA}	37,60 ^{aB}	44,20 ^{aA}	37,40 ^{aB}
Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU)	10 h	80,16 ^{bA}	78,40 ^{bA}	80,40 ^{bA}	78,30 ^{bA}
	15 h	92,29 ^{aA}	86,89 ^{aB}	92,49 ^{aA}	85,69 ^{aB}

^{ab} Em cada variável, as médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste "F" ($P > 0,05$).

^{AB} Em cada plantel, as médias com a mesma letra maiúscula na linha não diferem pelo teste "F" ($P > 0,05$).

Adicionalmente, pode-se considerar que esse resultado é um reforço a mais para ser re-

conhecida a necessidade de proteção aos animais da insolação nas horas mais quentes do dia e, em

relação aos equinos, não submetê-los a atividades físicas excessivas nesse horário, pois, segundo GEOR & McCUTCHEON (1998), esses fatores podem levar a hipertermia perigosa à saúde dos animais. Entretanto, diante da obrigatoriedade de trabalho com equinos nos horários citados, recomenda-se moderação nos exercícios em exposição ao sol, para induzir adaptações fisiológicas com poder de conferir habilidade termorregulatória melhorada, como recomendação desses autores.

Embora considerando que se trata de valores que indicam o ambiente térmico como estressante aos animais em geral, segundo RAMMERSTORFER et al. (2001), apenas essas informações não seriam suficientes para quantificar o grau do estresse a que estariam submetidos nesse ambiente, pois, além de informações climáticas, parâmetros inerentes ao animal também devem ser considerados.

Uma análise da influência do gradiente térmico diário e do efeito do período do ano sobre os parâmetros fisiológicos dos animais, em cada plantel, pode ser feita nas Figuras 1 a 3. De modo geral, as respostas dos animais nos dois locais avaliados indicaram que o ambiente térmico contribuiu para variação nos parâmetros fisiológicos durante o dia, com elevação mais acentuada durante a tarde e no período mais seco e quente. Verifica-se que os valores mais elevados constatados à tarde ocorrem independentes do período do ano, numa indicação evidente da influência da temperatura ambiente elevada o ano todo na região.

Um outro aspecto que pode ser visualizado é que as curvas da temperatura retal e da frequência respiratória, apresentadas pelos animais SRD, se mostram com maiores valores em relação aos animais Quarto de Milha nos dois períodos do ano, ocorrendo o oposto para a frequência cardíaca.

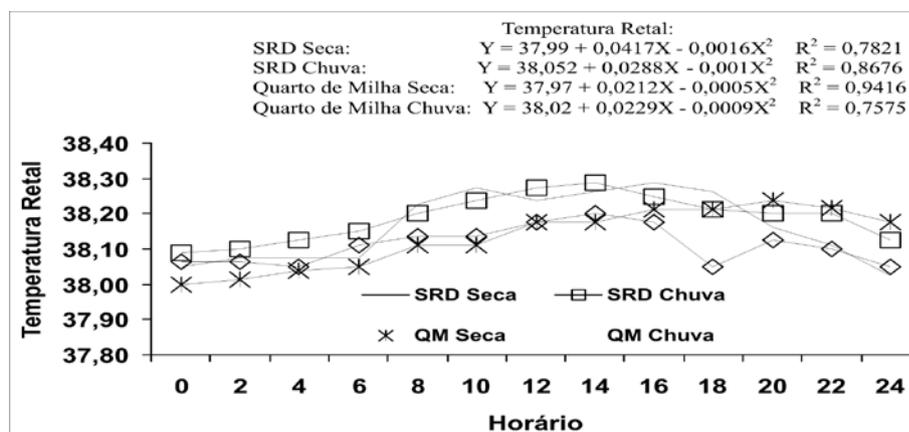


FIGURA 1. Temperatura retal de cavalos Sem Raça Definida (SRD) e da raça Quarto de Milha (QM) em função da hora do dia e período do ano.

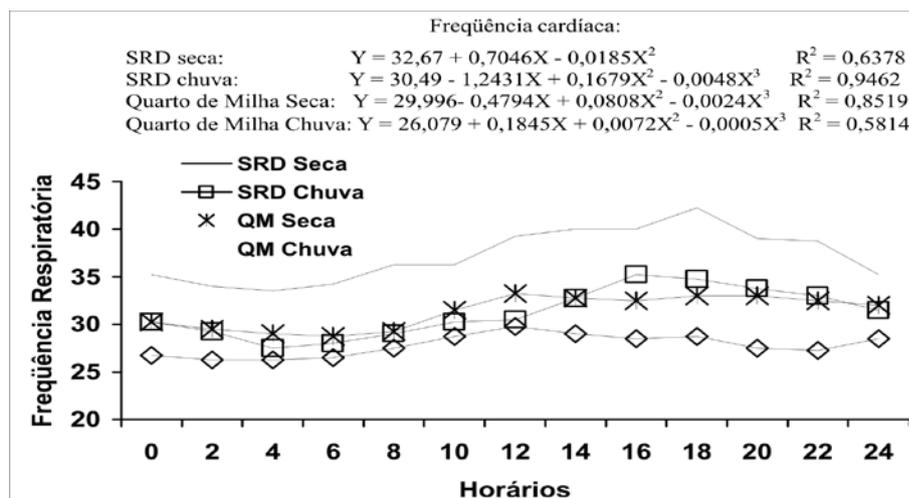


FIGURA 2. Frequência respiratória de cavalos Sem Raça Definida (SRD) e da raça Quarto de Milha (QM) em função da hora do dia e período do ano.

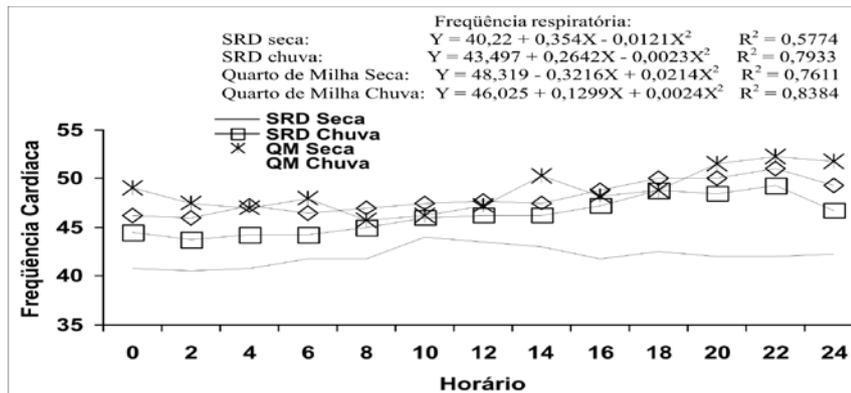


FIGURA 3. Frequência cardíaca de cavalos Sem Raça Definida (SRD) e da raça Quarto de Milha (QM) em função da hora do dia e período do ano.

Complementando esse procedimento, apresentam-se na Tabela 3 os resultados das análises estatísticas dos mesmos dados de temperatura retal, frequências cardíaca e respiratória dos animais, em cada plantel, considerando-se o efeito do período do ano. Pode-se observar que, em geral, a média dos coeficientes de variação foi baixa, com a frequência respiratória apresentando o maior valor (16,85%). Esse resultado é explicado por PALUDO et al. (2002), que justificaram ser essa característica a primeira linha de defesa fisiológica do animal, quando submetido a estresse térmico, denotando assim ser passível de maior variação.

Com relação à temperatura retal média, os valores obtidos nos dois plantéis podem ser considerados dentro da faixa de normalidade, embora tenham sido um pouco superior à média constatada por PALUDO et al. (2002), no horário da manhã, para animais em ambiente do Brasil Central, e por ESMAY (1979), que indica 38°C como o valor normal para a espécie. A frequência respiratória média de 26,12 mov/min foi superior ao valor médio apresentado pelos primeiros autores para as raças que avaliaram, enquanto a frequência cardíaca de 33,48 bat/min foi relativamente próxima à média que constataram. Assim, a alteração na frequência respiratória parecer ser o mecanismo termorregulatório mais facilmente usado pelos eqüinos em ambiente quente.

Em geral, os valores dos parâmetros no período seco, que é o mais quente, porém, com menor umidade do ar, superaram os do chuvoso, concordando com o fato de maior temperatura retal e frequências respiratórias estarem associadas à

elevação de temperatura ambiente, como tem sido constatado em estudos dessa natureza com diversas espécies domésticas: caprinos (MARTINS Jr., 2004), ovinos (BARBOSA et al., 1995) e bovinos (ENCARNAÇÃO, 1997).

Com relação ao efeito do período do ano sobre os parâmetros fisiológicos dos animais, destaca-se a constatação de sensibilidade dos animais SRD ao ambiente térmico mais quente no mês de outubro, sendo esse efeito significativo ($P < 0,05$) nos três parâmetros mensurados e implicou um incremento de 0,57°C na temperatura retal média. Esse resultado indica que o aumento das frequências cardíaca e respiratória, no período seco do ano, não foi tão efetivo para manter inalterada a temperatura retal desses animais, o que está de acordo com resultados de PALUDO et al. (2002), que relataram ser menor a adaptação fisiológica a estresse térmico de animais mestiços em relação a animais maiores.

Por sua vez, os animais Quarto de Milha mostraram-se menos sensíveis ao efeito de período do ano na região, mantendo estatisticamente inalterada a temperatura retal média ($P > 0,05$), enquanto as frequências respiratória e cardíaca foram mais elevadas no período seco ($P < 0,05$), indicando que nesses animais essa alteração aparentemente influenciou na termorregulação. Assim, considerando-se apenas esses parâmetros para caracterizar a tolerância dos animais ao ambiente quente a que foram expostos, está evidente que os animais da raça Quarto de Milha responderam bem, com pequena alteração no equilíbrio térmico, conseqüentemente expressando adaptabilidade fisiológica.

Entretanto, a esse respeito ressalta-se que não tem sido verificada influência acentuada da elevação de temperatura ambiente sobre os batimentos cardíacos dos animais, como observado por HAREWOOD & McGOWAN (2005), que recomendam o uso da combinação de medidas de comportamento e fisiológicas, para maior precisão em estudos dessa natureza.

Com relação à avaliação da resposta dos animais ao ambiente dos dois plantéis quando

expostos ao sol, estão apresentados na Tabela 4 o coeficiente de tolerância ao calor (ctc) do teste de Ibéria e o índice de capacidade de tolerância à insolação (ICTI) do teste de BACCARI JR. et al. (1986). Também constam o coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra e o coeficiente de adaptabilidade (CA[#]) descrito por MARTINS JR. (2004), todos considerados como sendo testes de adaptabilidade para condições de campo.

TABELA 3. Médias do coeficiente de variação (%), da temperatura retal e das frequências cardíaca e respiratória de equínos Sem Raça Definida e Quarto de Milha, de mensurações às 8 e 15 horas, nos períodos seco e chuvoso

Parâmetros fisiológicos	CV (%)	Sem Raça Definida		Quarto de Milha	
		Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Temperatura retal (°C)	1,75	38,84 ^a	38,27 ^b	38,15 ^a	38,11 ^a
Frequência respiratória (mov/min)	16,85	31,16 ^a	25,16 ^b	26,67 ^a	21,50 ^b
Frequência cardíaca (bat/min.)	15,61	39,17 ^a	28,75 ^b	35,50 ^a	30,58 ^b

*Em cada grupo genético, as médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste F (P>0,05).

TABELA 4. Médias do coeficiente de variação (%), do coeficiente de tolerância ao calor do teste de Ibéria e índice de capacidade de tolerância à insolação do teste de BACCARI JR. et al. (1986). Coeficiente de adaptabilidade do teste de Benezra e Coeficiente de Adaptabilidade[#] descrito por MARTINS JR. (2004), de equínos Sem Raça Definida e Quarto de Milha

Índices de adaptação fisiológica	CV (%)	Sem Raça Definida		Quarto de Milha	
		Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Coeficiente de tolerância ao calor	27,77	43,30 ^a	44,81 ^a	46,82 ^a	48,25 ^a
Capacidade de tolerância à insolação	10,86	7,12 ^b	7,97 ^a	7,16 ^a	7,28 ^a
Coeficiente de adaptabilidade (CA)	9,21	2,97 ^a	2,58 ^b	2,70 ^a	2,35 ^b
Coeficiente de adaptabilidade (CA [*])	10,31	3,82 ^a	3,48 ^b	3,81 ^a	3,39 ^b

* Em cada grupo genético, as médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste "F" (P<0,05).

Os resultados dos índices do teste de Ibéria e do teste de BACCARI JR. (1986), independentemente do ambiente térmico dos dois plantéis, evidenciaram bem que a exposição ao sol durante trinta minutos na região alterou o equilíbrio térmico dos animais. O valor médio, em torno de 45 pontos, no índice do teste de Ibéria, representa uma alteração superior a 50% em relação ao valor 100, que é o referencial de alteração mínima na temperatura retal decorrente da insolação.

O valor médio obtido no índice do teste de BACCARI JR. (1986) também indica que esse comportamento foi verificado. A diferença do valor médio do índice em relação a 10 representou,

nesse caso, incremento um pouco superior a 20% na temperatura retal em relação à temperatura que os animais apresentaram antes da exposição ao sol. Esses resultados podem ser vistos com indicio do risco de hipertermia por insolação, sendo maior se for associada à atividade física excessiva na região.

A não-constatação de significância do efeito de período do ano sobre os resultados desses índices para o plantel de animais da raça Quarto de Milha (P>0,05) indicou que o incremento em temperatura ambiente ocorrido no período seco do ano não interferiu na sua reação à insolação, sendo mantida estatisticamente inalterada a capa-

cidade de a exposição ao sol alterar a temperatura retal média, o que também pode ser visto como expressão de adaptabilidade fisiológica ao ambiente avaliado.

Pelo índice de BACCARI JR. (1986) foi caracterizado que, nos animais do plantel SRD, a maior temperatura ambiente presente no período seco do ano exerceu influência ($P < 0,05$) sobre a reação dos animais, para manter inalterada a temperatura retal, quando submetidos à exposição ao sol.

Ainda a esse respeito, são apresentados na Tabela 5 os valores do Coeficiente de tolerância ao calor (CTC) do teste de Íbéria e do índice de capacidade de tolerância à insolação (ICTI) do teste de BACCARI JR. et al. (1986), obtidos nos horários de 10 e 15 horas durante o mês de outubro, em que a temperatura e a umidade relativa do ar são bem distintas na região. A significância estatística do efeito de horário do dia ($P < 0,05$) retrata de forma fiel a sensibilidade dos animais, nos dois plantéis, à insolação e ao calor dos horários avaliados, complementando o que já fora constatado ao se analisar os efeitos de períodos do ano.

Esses resultados nos remetem a considerar que a temperatura ambiente foi mais alta no período seco, porém a umidade do ar foi mais elevada no período chuvoso na região, que também teria poder para influenciar no equilíbrio térmico dos cavalos. Essa consideração é feita baseando-se também na informação de GEOR & McCUTCHEON (1998), segundo os quais a perda de calor evaporativo é dificultada em ambientes quentes e úmidos.

A influência do período do ano sobre a alteração nos parâmetros fisiológicos dos animais, quando mantidos em repouso na parte da tarde (Tabela 4), avaliada pelos coeficientes de adaptabilidade (CA) do Teste de Benezra e pelo coeficiente de adaptabilidade (CA*) modificado por MARTINS JR. (2004), também foi significativa ($P < 0,05$). Esse resultado é similar ao que também foi constatado nos demais testes, independentemente do plantel considerado, conseqüentemente, aplicando-se as mesmas considerações já apresentadas, em que a insolação adicionou seus efeitos ao do gradiente térmico do ambiente.

TABELA 5. Coeficiente de tolerância ao calor do teste de Íbéria e índice de capacidade de tolerância à insolação do teste de BACCARI JR. et al. (1986), respectivamente, para equínos Sem Raça Definida e Quarto de Milha, no mês de outubro

Índices de adaptação fisiológica	CV (%)	Sem Raça Definida		Quarto de Milha	
		Às 10 horas	Às 15 horas	Às 10 horas	Às 15 horas
Coeficiente de tolerância ao calor	14,60	57,83 ^a	34,60 ^b	64,11 ^a	43,05 ^b
Capacidade de tolerância à insolação	5,14	8,12 ^a	7,50 ^b	8,53 ^a	7,43 ^b

* Em cada grupo genético, as médias com a mesma letra minúscula na linha não diferem pelo teste "F" ($P < 0,05$).

Valores superiores a 2 e a 3 para o primeiro e o segundo índice, respectivamente, indicam que os valores dos parâmetros fisiológicos constatados nos dois plantéis foram superiores aos registrados na literatura e utilizados como normal para a espécie. A diferença em relação a esses fatores pode estar representando o grau de dificuldade que os animais encontraram para manter o equilíbrio térmico, mas também uma particularidade destes.

Com relação à qualidade relativa desses dois índices para caracterizar a melhor adaptabilidade dos animais, tem-se a considerar que a

inclusão de uma nova característica poderá influenciar a interpretação do resultado, principalmente se esta for negativamente correlacionada com as demais, ou mais sujeita a erros de mensuração, como é o caso das frequências cardíaca e respiratória. Assim, deve-se ter atenção em como se tratar a eficiência de índices múltiplos, que são mais eficientes, segundo HAREWOOD & McGOWAN (2005).

A resposta termorregulatória dos animais, quando submetidos simultaneamente a exercícios e à exposição ao sol, foi estudada utilizando-

se uma modificação do Teste de Rainysby, com a qual se avaliou a habilidade de os animais re-

tornarem à temperatura retal inicial, quando estavam à sombra em repouso (Tabela 6).

TABELA 6. Valor da temperatura retal em repouso comparado pelo teste “t” à temperatura retal após exercício, em acompanhamento ao Teste de Rainysby, de equinos Sem Raça Definida e Quarto de Milha, nos períodos seco e chuvoso

Momentos de aferição	Sem Raça Definida		Quarto de Milha	
	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso
Em repouso	38,28 ^b	38,15 ^b	37,95 ^b	37,91 ^b
Em exercício	41,44 ^a	41,01 ^a	41,30 ^a	40,85 ^a
Após dez minutos	40,22 ^a	39,87 ^a	40,42 ^a	40,24 ^a
Após vinte minutos	39,35 ^a	39,22 ^a	39,00 ^a	38,80 ^a
Após trinta minutos	38,45 ^b	38,69 ^a	38,37 ^a	38,11 ^a
Após quarenta minutos	38,19 ^b	38,22 ^b	38,01 ^b	37,94 ^b
Após cinquenta minutos	38,10 ^b	38,17 ^b	37,76 ^b	37,75 ^b
CV (%)	2,37		1,20	

* As médias com a mesma letra minúscula na coluna não diferem pelo teste de Tukey (P>0,05).

Verificou-se que a exposição ao sol, com realização de atividade física, elevou rapidamente a temperatura retal dos animais até acima de 40°C nos dois plantéis. Quanto à habilidade para retornarem à temperatura média do repouso, constatou-se que os SRD levam, em média, trinta minutos no período seco e quarenta no chuvoso. Para os animais da raça Quarto de Milha, independentemente do período do ano, o tempo foi em média quarenta minutos. Nesse caso, não se manifestou a influência do ambiente térmico mais quente no período seco sobre sua habilidade em retornar à temperatura inicial.

Assim, considerando-se a caracterização da adaptabilidade como a capacidade de o animal ajustar a temperatura corpórea frente a condições ambientais, ao exercício e à exposição ao sol, como relataram PALUDO et al. (2002), expressando com isso a eficiência dos mecanismos de eliminação de calor, considera-se, nos animais Quarto de Milha, a não-significância de diferença entre períodos do ano como indício de sua tolerância às modificações nas condições de ambiente e exercícios a que foram expostos. Isso pode ser justificado, em parte, pelo fato de em sua constituição estar presente o cavalo árabe que, segundo MARLIN (1977), parece ter um particular grau de tolerância ao calor, comparado com outras raças.

CONCLUSÕES

O ambiente térmico na região, durante a tarde, no período quente e seco do ano, dificulta a manutenção da homeotermia dos animais, limitando a realização de atividades físicas com equinos.

A temperatura retal e as frequências cardíaca e respiratória dos equinos sofreram influência de elevação da temperatura ambiente.

A raça Quarto de Milha mostrou-se adaptada às condições ambientais avaliadas, com pequena alteração na temperatura retal e na frequência respiratória, diante do incremento da temperatura ambiente, conseqüentemente, com adaptação fisiológica.

O ambiente térmico mais quente do período seco do ano interferiu na homeotermia dos animais Sem Raça Definida.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE QUARTO DE MILHA (ABQM). **Padrão racial**. Disponível em: <<http://abqm.com.br/raca/padraracial/>> htm. Acesso em: 18 ago. 2005.

BACCARI JR., F.; POLASTRE, R.; FRÉ, C.A.; ASSIS, P.S. Um novo índice de tolerância ao calor em bubalinos: correlação com o ganho de peso. In: REUNIÃO ANUAL DA

- SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 1986. p. 316.
- BARBOSA, O. R. ; SILVA, R. G. ; SCOLAR, J. ; GUEDES, J. M. F. Utilização de um índice de conforto térmico no zoneamento bioclimático da ovinocultura. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 5, p. 661-671, 1995.
- BRASIL, L. H. de A.; WECHSLER, F. S.; BACCARI JÚNIOR F.; GONÇALVES H. C.; BONASSI, I. A. Efeitos do estresse térmico sobre a produção, composição química do leite e respostas termorreguladoras de cabras da raça Alpina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.1632-1641, 2000.
- CESAR, M. F.; SOUZA, B. B.; SOUZA, W. H. Avaliação de parâmetros fisiológicos de ovinos Dorper, Santa inês e seus mestiços perante condições climáticas do trópico semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 614-620, maio-jun. 2004.
- CRABLE, B. Killer heat. **Horse & Rider**, Surrey, v. 37, n.8, p.56-60. 1998.
- CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. p. 507-514.
- ENCARNACÃO, R.O. **Estresse e produção animal**. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 1997. 32 p. (EMBRAPA CNPGC - Documentos, 34).
- ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: The AVI Publishing Company, 1979. 325 p. (Environmental Engineering in Agriculture and Food Series).
- EUCLYDES, R.F. **Manual de utilização do programa SAEG: sistema para análises estatísticas e genéticas**. Viçosa: UFV, 1993. 59 p.
- FOREMAN, J.H.; FERLAZZO, A. Physiological responses to stress in the horse. **Pfdeheilkund**, v. 12, p. 401-404, 1996.
- GEOR R.J.; McCUTCHEON, L.J. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimation. **Veterinary Clinic North America Equine Practice**, v.14, p.97-120, 1998.
- GUERRA, P. Riqueza equina do Brasil. **Revista Gleba**, n. 194, v. 48, p.11, 2003.
- HAREWOOD, E.J.; MCGOWAN, C.M. Behavioral and physiological responses to stabling in naive horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 25, p.164-170, 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normas climatológicas aparentes (1961-1990)**. Brasília: INMET. 1992. 84 p.
- MARLIN, J.D. Adaptation of equines to tropical climates. **Journal Veterinary Research**, v.38, p.1041-1043, 1977.
- MARTINS JÚNIOR, L.M. **Adaptabilidade das raças Boer e Anglonubiana às condições climáticas da região Meio Norte do Brasil**. 2004. 44 f. Dissertação. (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, 2004.
- MATHER, J.R. **Climatology: fundamentals and applications**. New York: McGraw-Hill, Inc., 1974.
- MULLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 1989. 262 p.
- PALUDO, G.R.; McMANUS, C.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G; MELLO, F.P.; MOREIRA M.; FUCK, B.H. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exercito brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1130-1142, 2002.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpiração)**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- RAMMERSTORFER, C.; POTTER, G.D.; BRUMBAUGH, G.W.; GIBBS, P.G.; VARNER, D.D.; RAMMERSTORFER, E.H. Physiologic responses of acclimatized or non-acclimatized mature reining horses to heat stress. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 21, p. 431-438, 2001.
- SANTOS, C.; BONOMO, P.; CEZÁRIO, A. S. Respostas fisiológicas de cabras Saanen, expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM Bioclimatologia e Etologia.
- SILVA, V. B. ; ALMEIDA, V. S. ; SANTOS, C. C. ; CEZARIO, A. S. ; MATOS, R. S. ; ALMEIDA, V. S. Aplicação do índice de tolerância ao calor em cabritos Saanen no sudoeste baiano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM Bioclimatologia e Etologia.
- SILVA, R.G. Zoneamento bioclimático para animais de interesse zootécnico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia, **Anais...**Goiânia: SBZ, 2005. v.1, p.388-394.
- THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. Botucatu: Varela, 1984. 320 p.
- YOUSEF, M.K. **Stress physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985. 217 p.