

## Avaliação dos parâmetros fisiológicos e de alterações musculoesqueléticas em equinos de vaquejada, utilizando a termografia

Lucas Rafael de Andrade <sup>[1]</sup>, José Gabriel Gonçalves Lins <sup>[2]</sup>, Ana Valéria Mello de Souza Marques <sup>[3]</sup>

[1] lucasrafael\_1@hotmail.com. Médico Veterinário Autônomo, Alexandria – RN. [2] josegabriel\_lins@hotmail.com. Pós-graduação em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu – SP. [3] anavaleriavet@hotmail.com. Departamento de Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre, Campus de Sena Madureira – AC.

### RESUMO

Objetivou-se determinar os parâmetros fisiológicos de equinos atletas de vaquejada e avaliar o emprego da termografia infravermelha como ferramenta de auxílio ao diagnóstico precoce de lesões musculoesqueléticas decorrentes do treinamento físico desses animais. Foram utilizados 10 animais atletas da raça Quarto de Milha, machos e fêmeas, com idades entre 5 e 15 anos. Os animais foram divididos em dois grupos: animais da categoria puxada (G1) e animais da categoria esteira (G2). Foram determinados: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), tempo de preenchimento capilar (TPC), movimentos intestinais e coloração das mucosas. Temperatura superficial (TS) foi obtida por meio da realização de projeções de cada animal com câmera termográfica FLIR® T10611. As variáveis foram mensuradas em três momentos: antes do treino (AT), imediatamente após o treino (PT) e duas horas após o treino (2h PT). As variáveis climáticas foram mensuradas com Data Loggers Hobo®. O índice de conforto térmico (IC) indicou que os animais se encontravam em conforto térmico durante os momentos avaliados. O esforço físico foi suficiente para causar alterações em alguns dos parâmetros avaliados: FC, FR, TR e TS. Na avaliação das termografias, observou-se um aumento da temperatura local na região de músculo semitendinoso em um dos animais avaliados. A utilização da câmera termográfica pode contribuir para a prevenção e para o diagnóstico precoce de lesões musculoesqueléticas de equinos de vaquejada.

**Palavras-chave:** Cavalos. Exercício. Lesões musculoesqueléticas. Termograma.

### ABSTRACT

*The objective of this study was to determine the physiological parameters of athletic equines used in vaquejada, and to evaluate the use of infrared thermography as a supporting tool to diagnose possible musculoskeletal injuries caused by physical training. Ten athletic Quarter Horses, males and females, aged 5-15 years old, were part of this trial. The animals were divided into two groups, G1 (pulling category) and G2 (mat category). It was assessed: heart rate (HR), respiratory rate (RR), rectal temperature (RT), capillary filling time (CPT), intestinal movements, and mucosal staining. Surface temperature (ST) was assessed through projections of each animal using FLIR® T10611 thermal camera. Variables were measured before training (BT), after training (AT) and two hours after training (2h AT). Environmental variables were measured using Hobo® Data Loggers. The Thermal Comfort Index (TCI) indicated that the animals were in thermal comfort during the evaluated moments. The physical effort was sufficient to cause changes in some of the evaluated parameters: HR, RR, RT and ST. During the assessment of thermographies, an increase in local temperature in the region of semitendinosus muscle was observed in one of the animals evaluated. The use of the thermographic camera may contribute to the prevention and early diagnosis of musculoskeletal injuries in horses used in vaquejada exercise.*

**Keywords:** Horse. Exercise. Musculoskeletal injuries. Thermogram.

## 1 Introdução

A vaquejada é uma modalidade esportiva de prática comum e de tradição no Nordeste brasileiro. As corridas de vaquejada são praticadas por dois atletas (vaqueiros) – sendo um “puxador” e outro “esteira” –, dois equinos e um boi. O vaqueiro-puxador é o competidor responsável por entrelaçar o protetor de caudas do boi entre as mãos e por deixar o bovino na faixa demarcada no colchão de areia (derrubada do boi), enquanto o vaqueiro-esteira é responsável por direcionar o boi e condicioná-lo até o local da faixa, emparelhando-o com o vaqueiro-puxador, além de entregar o protetor de caudas do boi ao vaqueiro-puxador (ABVAQ, 2016). Os equinos utilizados são geralmente da raça Quarto de Milha, atletas de alto desempenho e, na maioria das vezes, são compelidos a se exercitar próximo ao limite máximo de esforço suportável pelo seu organismo. O bom rendimento dos cavalos atletas nas competições é uma das principais fontes de renda para seus proprietários (LIMA, 2016).

O condicionamento físico dos animais é fundamental para a participação nas provas, de modo a evitar sobrecarga de diversos sistemas, inclusive o musculoesquelético (SOUSA *et al.*, 2018). O exercício físico intenso realizado durante treinamentos ou competições culmina em variações nos diversos parâmetros fisiológicos dos animais (ARAÚJO, 2014). A compreensão de tais mecanismos fisiológicos durante o exercício físico e o estabelecimento de parâmetros que podem ser avaliados durante o treinamento é de enorme importância na observação do desempenho desses animais (MARQUES, 2002).

A avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento pode direcionar a intensidade e o tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal (CHAVES, 2016). A demanda pelo diagnóstico de diversos distúrbios que podem afetar o desempenho atlético, bem como a necessidade de conhecimentos acerca do treinamento mais adequado, tornou-se imperativa.

A temperatura ambiente representa a principal influência climatológica sobre as variáveis fisiológicas “temperatura retal” e “frequência respiratória”, seguida, em ordem de importância, pela radiação solar, pela umidade relativa do ar e pelo movimento do ar (LEE; ROUSSEL; BEATTY, 1976).

A termografia infravermelha tem se tornando bastante difundida na medicina esportiva equestre nos dias atuais, além de estar cada vez mais acessível

para fins medicinais (SALA; ELUI; JARDIM, 2012), pois trata-se de uma ferramenta altamente aplicável na identificação das afecções musculoesqueléticas, por se apresentar como um auxílio diagnóstico de simples execução e de resultados imediatos (BASILE *et al.*, 2010).

Com isso, a avaliação clínica dos animais antes, durante e após as provas, além da utilização da câmera termográfica como ferramenta não invasiva, permite avaliar, de forma rápida e eficaz, a termorregulação de equinos em condição de treinamento e identificar previamente um trauma, possibilitando evitar futuros danos mais graves (BASILE, 2012).

Geralmente, as lesões musculoesqueléticas em equinos atletas e de trabalho estão associadas a traumas cumulativos, que podem se agravar com a repetição da atividade física (FARINELLI, 2010). Sendo assim, em cavalos de grande valor, os exames termográficos, realizados de forma periódica, podem atuar como importantes indicadores para o estabelecimento de medidas de prevenção à ocorrência de tais lesões.

São escassas as informações sobre o desempenho atlético, assim como sobre a identificação prévia de lesões em equinos que praticam vaquejada. Dessa maneira, objetivou-se determinar os parâmetros fisiológicos de equinos atletas utilizados em provas de vaquejada e avaliar o emprego da termografia infravermelha como ferramenta de auxílio ao diagnóstico precoce de lesões musculoesqueléticas decorrentes do treinamento físico desses animais, antes do aparecimento dos sinais clínicos.

## 2 Método da pesquisa

O estudo foi conduzido de acordo com os princípios éticos na experimentação animal e foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do IFPB (protocolo nº 01.0115.2017).

A coleta dos dados ocorreu em agosto de 2017. Foram utilizados 10 equinos atletas da raça Quarto de Milha (QM) clinicamente saudáveis, machos e fêmeas, com idades que variaram de 5 a 15 anos. Os animais eram oriundos do Haras J.B., localizado na cidade de Alexandria, Rio Grande do Norte (06° 24' 45" S, 38° 00' 57" W, e altitude de 319 m).

Os animais recebiam uma dieta à base de ração comercial (12% de proteína), sendo fornecido 1,0% do peso vivo ao dia, com volumoso e água à vontade.

Os animais foram divididos em dois grupos, sendo o G1 composto por cinco equinos (quatro machos e

uma fêmea) da categoria “puxada” e o G2 composto por cinco equinos (três machos e duas fêmeas) da categoria “esteira”. Os equinos da categoria esteira são responsáveis por auxiliarem na condução do boi em uma corrida reta até a faixa de derrubada do boi, enquanto os equinos de puxada são responsáveis por levar o vaqueiro que fará a tração do protetor de cauda e a derrubada do boi na faixa determinada (SOUSA *et al.*, 2018).

Foi aplicado um questionário aos proprietários dos animais, para coleta de dados de identificação do animal (nome, raça, sexo, idade e peso) e informações a respeito da vida atlética desses animais (qual a frequência de treino por semana; em qual categoria o animal compete; se o animal já claudicou ou apresentou algum aumento de volume nas articulações; se o animal já fez alguma cirurgia para correção de lesão em algum membro).

Após o preenchimento dos questionários, foram formadas cinco duplas de maneira aleatória, sendo cada uma composta por um animal de puxada e um de esteira. Cada dupla realizou três corridas, equivalentes a uma “senha” no circuito de vaquejada. As corridas aconteceram com um intervalo mínimo de 10 minutos entre elas.

As coletas dos dados (parâmetros fisiológicos e termografias) ocorreram em três momentos: em repouso antes do início do treino (AT), imediatamente após o término do treino (PT) e duas horas após o término do treino (2h PT). O momento AT consistiu no período anterior ao início do aquecimento e das três corridas; o momento PT consistiu no período imediatamente posterior ao término das três corridas, enquanto o momento 2h PT consistiu na coleta dos dados em seguida a um período de descanso de duas horas após o término do momento PT. Durante o período de descanso, os animais receberam água e foram alocados em ambiente sombreado.

Os animais passaram por exame clínico geral a cada momento, para avaliação da coloração das mucosas (JACKSON; COCKCROFT, 2004), da frequência respiratória (FR), da frequência cardíaca (FC), da temperatura retal (TR), do tempo de preenchimento capilar (TPC) e dos movimentos intestinais. A FC e a FR foram aferidas de forma indireta com auxílio de estetoscópio e expressas em batimentos por minuto (bpm) e em movimentos por minuto (mpm), respectivamente. A TR foi aferida com o auxílio de um termômetro digital introduzido direto no reto do animal. O TPC foi observado de acordo com o

método descrito por Feitosa (2014). Já os movimentos intestinais foram avaliados de forma indireta com auxílio de estetoscópio.

## 2.1 Material termográfico utilizado

Para as coletas das imagens termográficas, foi utilizado o equipamento Termovisor Flir®, modelo T62101, posicionado a uma distância de 0,5 m a 1,5 m, com uma sensibilidade de temperatura < 0,02 °C.

Foram realizadas projeções termográficas, em cada equino, das regiões de garupa e peitoral, das regiões cárpicas, metacárpicas e falangeanas dos membros torácicos nas faces dorsal e palmar e das regiões társicas, metatársicas e falangeanas dos membros pélvicos nas faces dorsal e plantar, a fim de avaliar a termorregulação e diagnosticar possíveis lesões musculoesqueléticas decorridas do exercício.

Após coletadas, as termografias infravermelhas foram transferidas para microcomputador e foram avaliadas com o auxílio do *software* FlirTool®, disponibilizado pelo fabricante da câmera.

## 2.2 Variáveis ambientais

A temperatura e a umidade do ar foram obtidas através de Data Loggers HOB0®, instalados em dois ambientes: nas baias onde os animais permaneceram durante o exame clínico geral e no local do treino. Esse equipamento foi programado para registrar os dados a cada cinco minutos, durante seis horas, de modo que os dados fossem analisados ao final do experimento, obtendo-se médias de todas as variáveis.

Utilizou-se o Índice de Conforto (IC), empregado por Jones (2009), determinado pela seguinte fórmula:  $IC = \text{Temperatura do ar (}^\circ\text{F)} + \text{Umidade relativa (\%)}$ , onde, se  $IC < 130$ , o animal se encontrará em conforto térmico e o sistema termorregulatório não será acionado, enquanto  $IC > 130$  pode indicar que o ambiente é desconfortável termicamente e a dissipação de calor pode ser prejudicada.

## 2.3 Análise estatística

Os dados foram tabulados e, então, analisados através do *software* Graph Pad® 7.0. Foi aplicado o teste de ANOVA para comparações múltiplas. O Teste *t* de Student foi utilizado para comparar as médias dos grupos nos diferentes momentos (AT, PT, 2h PT). Médias foram consideradas estatisticamente diferentes quando  $P < 0,05$ .

### 3 Resultados

Os dados referentes à anamnese e à caracterização dos animais estão apresentados na Tabela 1. O peso médio dos equinos foi de 416 kg (390 kg – 460 kg).

**Tabela 1** – Caracterização de equinos atletas de vaquejada do Haras J.B. (Alexandria – RN)

Animal/Grupo	Idade	Sexo	Peso	Categ. <sup>1</sup>	T./sem <sup>2</sup>	Cl./art <sup>3</sup>	Cirurg. <sup>4</sup>
1/1	10 anos	M	430 kg	PUX	4 vezes	Não	Não
2/1	5 anos	M	400 kg	PUX	4 vezes	Não	Não
3/1	12 anos	F	460 kg	PUX	4 vezes	Não	Não
4/1	8 anos	M	410 kg	PUX	4 vezes	Não	Não
5/1	15 anos	M	420 kg	PUX	4 vezes	Não	Não
6/2	15 anos	F	395 kg	EST	4 vezes	Não	Não
7/2	5 anos	F	440 kg	EST	4 vezes	Não	Não
8/2	5 anos	M	390 kg	EST	4 vezes	Não	Não
9/2	5 anos	M	400 kg	EST	4 vezes	Não	Não
10/2	7 anos	M	415 kg	EST	4 vezes	Não	Não

<sup>1</sup>Categoria em que o animal compete: PUX: Puxada; EST: Esteira;

<sup>2</sup>Quantidade de vezes que o animal treina por semana;

<sup>3</sup>Se o animal já apresentou alguma claudicação ou aumento de volume nas articulações;

<sup>4</sup>Se já foi realizado algum tipo de cirurgia no animal.

Fonte: Dados da pesquisa

Durante o exame clínico, os equinos permaneceram com o nível de consciência ativo e alerta e apresentaram postura normal, mantendo-se em estação durante toda a avaliação.

Quanto ao exame da mucosa oral, todas encontravam-se normocoradas nos momentos avaliados (AT, PT e 2h PT), o que significa que o volume de sangue circulante, antes e após o exercício, estava normal.

Dois dos animais examinados apresentaram tempo de preenchimento capilar (TPC) de três segundos, indicando que estes estavam levemente desidratados.

Não se observou diferença estatística ( $P > 0,05$ ) para a FC (Tabela 2) entre os grupos em nenhum dos momentos avaliados, indicando que não houve um esforço físico exagerado decorrente da categoria (puxada ou esteira) em que os animais treinavam.

**Tabela 2** – Comparação das médias ( $\pm$  desvio padrão) das frequências cardíacas (FC) de equinos de vaquejada nos diferentes momentos de treinamento realizado no Haras J.B. (Alexandria – RN), em função das diferentes categorias

Grupos	AT X PT		AT X 2h PT		PT X 2h PT	
	AT	PT	AT	2h PT	PT	2h PT
G1	26 $\pm$ 6 <sup>Ab</sup>	60 $\pm$ 13,8 <sup>Aa</sup>	26 $\pm$ 6 <sup>Ab</sup>	32 $\pm$ 3,5 <sup>Aa</sup>	60 $\pm$ 13,8 <sup>Aa</sup>	32 $\pm$ 3,5 <sup>Ab</sup>
G2	18 $\pm$ 3,5 <sup>Ab</sup>	65 $\pm$ 7,1 <sup>Aa</sup>	18 $\pm$ 3,5 <sup>Ab</sup>	30 $\pm$ 6,6 <sup>Aa</sup>	65 $\pm$ 7,1 <sup>Aa</sup>	30 $\pm$ 6,6 <sup>Ab</sup>

AT: antes do treino; PT: pós-treino; 2h PT: duas horas após o treino;

G1: grupo 1 (animais de puxada); G2: grupo 2 (animais de esteira).

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas e de minúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si.

Fonte: Dados da pesquisa

Os valores médios ( $\pm$  desvio padrão) obtidos durante o exame clínico para a frequência cardíaca antes do treino (AT) foram 26 ( $\pm$  6) bpm para os animais do G1 e 18 ( $\pm$  3,5) bpm para os animais do G2. Para os equinos do G1, a FC no momento imediatamente após o treino (PT) variou de 52 a 84 bpm (60  $\pm$  13,8 bpm), enquanto em animais do G2 a FC variou de 56 a 72 bpm (65  $\pm$  7,1 bpm). Na fase de recuperação, duas horas após o treino (2h PT), a FC em animais do G1 variou de 28 a 38 bpm (média de 32  $\pm$  3,5 bpm), enquanto, para animais do G2, a FC variou de 24 a 40 bpm (30  $\pm$  6,6 bpm).

Contudo, ao compararmos apenas os momentos independentemente do grupo, constatamos um efeito do treinamento na FC ( $P < 0,05$ ). Os maiores valores de FC foram observados no momento PT. Quando comparamos os momentos AT e PT, a frequência cardíaca aumentou significativamente ( $P < 0,05$ ). No momento 2h PT, a FC decresceu, contudo ainda diferiu estatisticamente ( $P < 0,05$ ) dos momentos AT e PT.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos para a variável FR, independentemente do momento avaliado. Para os equinos do G1, a FR (Tabela 3) no momento AT variou de 20 a 24 mpm (23  $\pm$  1,7 mpm); no momento PT, a FR variou de 48 a

80 mpm ( $65 \pm 11,7$  mpm); e no momento 2h PT, a FR variou de 20 a 28 mpm ( $24 \pm 3$  mpm). Para os animais do G2, a FR no momento AT variou de 20 a 24 mpm ( $23 \pm 1,7$  mpm); no momento PT, a FR variou de 44 a 80 mpm ( $65 \pm 15,5$  mpm); e no momento 2h PT, a FR variou de 24 a 28 mpm ( $26 \pm 2,2$  mpm).

**Tabela 3** – Comparação das médias ( $\pm$  desvio padrão) das frequências respiratórias (FR) de equinos de vaquejada nos diferentes momentos de treinamento realizado no Haras J.B. (Alexandria – RN), em função das diferentes categorias

Grupos	AT x PT		AT x 2h PT		PT x 2h PT	
	AT	PT	AT	2h PT	PT	2h PT
G1	$23 \pm 1,7^{Ab}$	$65 \pm 11,7^{Aa}$	$23 \pm 1,7^{Aa}$	$24 \pm 3^{Aa}$	$65 \pm 11,8^{Aa}$	$24 \pm 3^{Ab}$
G2	$23 \pm 1,7^{Ab}$	$65 \pm 15,5^{Aa}$	$23 \pm 1,7^{Aa}$	$26 \pm 2,2^{Aa}$	$65 \pm 15,5^{Aa}$	$26 \pm 2,2^{Ab}$

AT: antes do treino; PT: pós-treino; 2h PT: duas horas após o treino; G1: grupo 1 (animais de puxada); G2: grupo 2 (animais de esteira).

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas e de minúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si.

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação à comparação entre os momentos, os resultados são semelhantes aos da FC, havendo diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os momentos AT e PT, o que era esperado, pois houve um crescimento linear à medida que o exercício se tornou mais intenso. Não se observou diferença significativa entre os momentos AT e 2h PT, o que sugere que o tempo de recuperação de duas horas foi suficiente para que os animais retornassem suas frequências respiratórias para próximo da normalidade.

No momento AT, a temperatura retal (Tabela 4) para os equinos do G1 variou de 36,9 a 37,7 °C ( $37,54 \pm 0,35$  °C); no momento PT, variou de 39,3 a 39,9 °C ( $39,7 \pm 0,23$  °C); e no momento 2h PT, a temperatura retal variou de 37,8 a 38,4 °C ( $38,12 \pm 0,21$  °C). Para os animais do G2, durante o momento AT, a TR variou de 37 a 37,8 °C ( $37,48 \pm 0,32$  °C); no momento PT, variou de 39,2 a 40,7 °C ( $40,02 \pm 0,63$  °C); e no momento 2h PT, a TR variou de 38,1 a 39 °C ( $38,6 \pm 0,35$  °C).

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre os grupos para a variável TR, em todos os momentos avaliados. Entretanto, ao verificarmos os momentos independentemente do grupo, constatamos um efeito do treinamento na TR ( $P < 0,05$ ). Os animais de ambos

os grupos (G1 e G2) apresentaram as maiores médias de TR no momento imediatamente após o treino (PT).

**Tabela 4** – Comparação das médias ( $\pm$  desvio padrão) da temperatura retal (TR) de equinos de vaquejada nos diferentes momentos de treinamento realizado no Haras J.B. (Alexandria – RN), em função das diferentes categorias

Grupos	AT x PT		AT x 2h PT		PT x 2h PT	
	AT	PT	AT	2h PT	PT	2h PT
G1	$37,5 \pm 0,3^{Ab}$	$39,7 \pm 0,2^{Aa}$	$37,5 \pm 0,4^{Ab}$	$38,1 \pm 0,2^{Aa}$	$39,7 \pm 0,2^{Aa}$	$38,1 \pm 0,2^{Ab}$
G2	$37,4 \pm 0,3^{Ab}$	$40,0 \pm 0,6^{Aa}$	$37,4 \pm 0,3^{Ab}$	$38,7 \pm 0,4^{Aa}$	$40,0 \pm 0,6^{Aa}$	$38,7 \pm 0,4^{Ab}$

AT: antes do treino; PT: pós-treino; 2h PT: duas horas após o treino; G1: grupo 1 (animais de puxada); G2: grupo 2 (animais de esteira).

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas e de minúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si.

Fonte: Dados da pesquisa

Em relação à avaliação da temperatura dos membros torácicos e pélvicos dos animais, houve uma diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os momentos AT e PT, e entre PT e 2h PT (Tabela 5).

**Tabela 5** – Comparação das médias ( $\pm$  desvio padrão) da temperatura dos membros de equinos de vaquejada nos diferentes momentos de treinamento realizado no Haras J.B. (Alexandria – RN), em função das diferentes categorias

Grupos	AT x PT		AT x 2hPT		PT x 2hPT	
	AT	PT	AT	2hPT	PT	2hPT
G1	$34,4 \pm 0,27^{Bb}$	$35,5 \pm 0,36^{Aa}$	$34,39 \pm 0,27^{Ba}$	$34,78 \pm 0,07^{Ba}$	$35,47 \pm 0,36^{Aa}$	$34,78 \pm 0,07^{Bb}$
G2	$35,1 \pm 0,17^{Ab}$	$36,1 \pm 0,18^{Aa}$	$35,07 \pm 0,17^{Ab}$	$35,47 \pm 0,12^{Ab}$	$36,1 \pm 0,18^{Aa}$	$35,47 \pm 0,12^{Ab}$

AT: antes do treino; PT: pós-treino; 2h PT: duas horas após o treino; G1: grupo 1 (animais de puxada); G2: grupo 2 (animais de esteira).

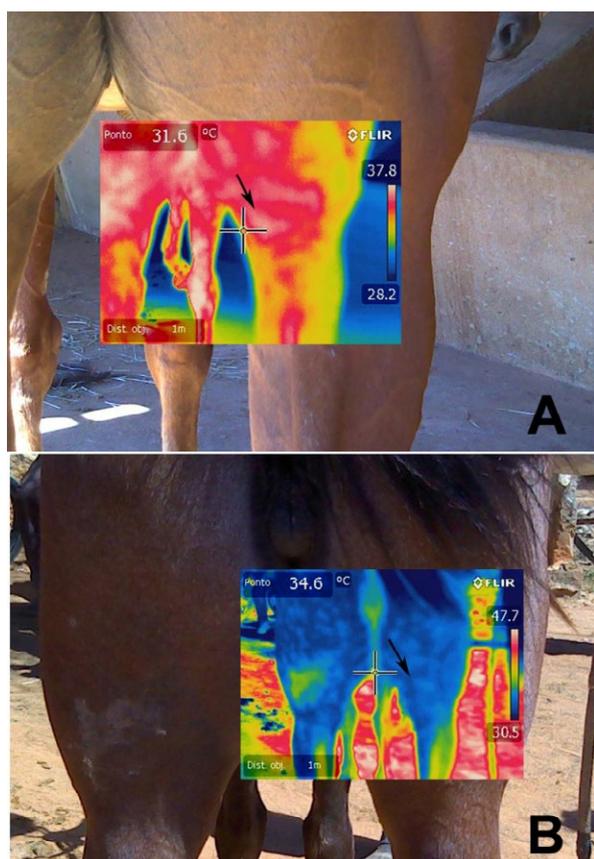
Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas e de minúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si.

Fonte: Dados da pesquisa

Com análise minuciosa dos membros por meio do software Flir Tool, observou-se que o animal 01 do G1 teve maior destaque em relação aos demais casos, apresentando temperaturas de 34,7 °C, 37,8 °C e 35,2 °C nos momentos AT, PT e 2h PT, respectivamente. No momento imediatamente posterior ao exercício, a partir da termografia, foi

detectada uma elevação da temperatura da região de músculo semitendinoso no membro pélvico direito (Figura 1).

**Figura 1 – A.** Exame termográfico do animal 01 do grupo 1 (G1), apresentando provável lesão muscular indicada pela seta e aumento de temperatura no membro direito, o qual se destaca com a coloração branca; **B.** Exame termográfico do animal 03 do grupo 1 (G1), não sugestivo para lesão muscular



Fonte: Acervo dos autores

Quanto à temperatura superficial (TS) dos animais do G1 e do G2, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre todos os momentos de ambos os grupos, confirmando que as regiões analisadas indicam o funcionamento do sistema termorregulatório (Tabela 6). A eficiência na dissipação do calor pôde, ainda, ser confirmada através da análise das termografias.

**Tabela 6 –** Comparação das médias ( $\pm$  desvio padrão) da temperatura superficial (TS) de equinos de vaquejada nos diferentes momentos de treinamento realizado no Haras J.B. (Alexandria – RN), em função das diferentes categorias

Grupos	AT x PT		AT x 2hPT		PT x 2hPT	
	AT	PT	AT	2hPT	PT	2hPT
G1	35,54 $\pm$ 0,45 <sup>Ab</sup>	36,62 $\pm$ 0,37 <sup>Aa</sup>	35,5 $\pm$ 0,45 <sup>Ab</sup>	35,88 $\pm$ 0,33 <sup>Aa</sup>	36,6 $\pm$ 0,37 <sup>Aa</sup>	35,9 $\pm$ 0,33 <sup>Ab</sup>
G2	35,1 $\pm$ 0,32 <sup>Ab</sup>	36,78 $\pm$ 0,32 <sup>Aa</sup>	35,1 $\pm$ 0,32 <sup>Ab</sup>	36,02 $\pm$ 0,13 <sup>Aa</sup>	36,8 $\pm$ 0,32 <sup>Aa</sup>	36,0 $\pm$ 0,13 <sup>Ab</sup>

AT: antes do treino; PT: pós-treino; 2h PT: duas horas após o treino; G1: grupo 1 (animais de puxada); G2: grupo 2 (animais de esteira).

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes nas colunas e de minúsculas diferentes nas linhas diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ) entre si.

Fonte: Dados da pesquisa

Quanto às variáveis ambientais analisadas, durante o experimento a temperatura média no local do treino foi de 35,2 °C e a umidade relativa do ar teve média de 29,4%. Já nas baias onde os animais ficaram alojados, a média de temperatura foi de 30,8 °C e a umidade relativa do ar obteve média de 39,6%. O IC médio calculado ao sol foi de 124,66, e dentro das baias foi de 127,05.

## 4 Discussão

Segundo Feitosa (2014), em algumas ocasiões, o nível de consciência se torna um parâmetro subjetivo, pois há animais sadios que reagem prontamente aos estímulos, enquanto outros o fazem lentamente. As atitudes anormais do corpo ocorrem, quase sempre, como indicação de enfermidade, o que não foi observado nos animais deste experimento.

No exame da mucosa oral, todas encontravam-se normocoradas, significando que o volume de sangue circulante se apresentava normal. Mesmo no momento PT, no qual o aporte sanguíneo para os órgãos vitais e para a musculatura é grande, todos os animais apresentavam mucosas normocoradas. Quanto ao tempo de preenchimento capilar (TPC), apenas dois animais apresentaram TPC de três segundos, o que indicou uma leve desidratação. A avaliação do TPC é importante, principalmente nos casos de desidratação, já que, muitas vezes, o animal apresenta a elasticidade da pele normal e um tempo de refluxo capilar aumentado, o que demonstra, na verdade, que o animal está desidratado (FEITOSA, 2014).

A frequência cardíaca tem sido utilizada como indicadora das funções respiratórias e circulatórias do cavalo e sua mensuração durante o exercício permite monitorar o condicionamento físico (HODGSON; DAVIS; MCCONAGHY, 1994; HODGSON, 2014). Em diferentes espécies, tem-se verificado que a frequência cardíaca se eleva de forma linear à medida que aumenta a intensidade do exercício (SANTOS, 2006; BOGOSSIAN *et al.*, 2017). Os valores de FC encontrados no momento AT foram semelhantes aos descritos por Boffi (2007) e por Mattos *et al.* (2006). Para os equinos adultos, os valores encontrados da FC costumam ser de 35 a 45 bpm (FEITOSA, 2014), podendo-se observar valores superiores devido à excitação durante o exame clínico. Nas raças desportivas se observam FC mais baixas (28-32 bpm) em repouso (BOFFI, 2007).

No momento PT, observou-se um aumento significativo da FC nos animais do G1 e do G2. Resultados similares foram observados por Bello *et al.* (2012), em cujo estudo, após o exercício de polo, equinos elevaram significativamente o débito cardíaco em 194,21% e, conseqüentemente, aumentaram a FC. Após o período de repouso, no momento 2h PT, os animais apresentaram valores de FC próximos aos encontrados no momento AT. A FC tende a diminuir após o exercício, e a não diminuição pode estar relacionada a falta de treinamento ou a desordens clínicas como fibrilação atrial e infecções respiratórias (EVANS, 1985).

Quanto à frequência respiratória (FR), valores observados no experimento são compatíveis com os descritos por Feitosa (2014), Mattos (2006) e Marcondes (2009). De acordo com Boffi (2007), durante o exercício, o volume-minuto respiratório aumenta em relação linear com a carga de trabalho, podendo alcançar níveis até 20 vezes maiores que os valores de repouso.

Foram observadas variações da temperatura retal (TR) em virtude do exercício e/ou do estresse por calor, com um aumento mais acentuado no momento PT, confirmando os achados descritos por Moura *et al.* (2011). Respalgando nossos resultados, Gomes *et al.* (2019) observaram que, à medida que equinos aumentaram a TR, também aumentaram a FR. O aumento da FR é fundamental para a ampliação da hematose, da perfusão alveolar, como também para favorecer a dissipação de calor do corpo (BOFFI, 2007).

Os equinos de vaquejada praticam, em sua maioria (98,45%), atividades físicas de intensidade

moderada, como treino e caminhada, com frequência média de 40 a 60 minutos por dia, com o intuito de manter o condicionamento físico para as competições de final de semana, aumentar a capacidade aeróbica, melhorar o desempenho (LACOMBE; HINCHCLIFF; TAYLOR, 2003) e evitar injúrias musculares e fadiga do animal atleta. Demonstra-se, assim, que quando o esforço físico se torna sistemático e contínuo, com aumento gradual da intensidade, intercalado com períodos de repouso, provoca adaptações fisiológicas que aprimoram o desempenho atlético do animal (DE GRAAF-ROELFSEMA *et al.*, 2007).

Os valores encontrados neste trabalho para temperatura média dos membros torácicos e pélvicos foram semelhantes aos encontrados por Machado (2011), que padronizou a temperatura das articulações do carpo, metacarpo e das falanges de 45 equinos, obtendo valores médios entre 29,1 e 34,0 °C. Em relação aos momentos, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre AT e PT e entre PT e 2h PT, indicando que, após a atividade física, ocorreu um aumento da circulação periférica nessas regiões de acordo com a intensidade do exercício. O exercício físico, em resposta à produção de calor proveniente da contração muscular, pode aumentar a temperatura local (HODGSON, 2014).

Apesar de os parâmetros clínicos e fisiológicos estarem dentro do intervalo de normalidade para a espécie e de os animais não terem apresentado sinais clínicos indicativos de lesões do aparelho locomotor durante o exame clínico, as imagens termográficas sugeriram lesões musculoesqueléticas pelo aumento de temperatura local em alguns animais. A termografia infravermelha foi capaz de identificar um aumento de temperatura na região cárpica em equino de salto, sendo esse aumento sugestivo de lesão articular (MENDONÇA, 2014).

O treinamento frequente pode levar a lesões em estruturas anatômicas essenciais para os equinos atletas, como tendões e alguns grupos musculares, e a termografia infravermelha pode ser usada como uma importante ferramenta para o diagnóstico precoce e para, assim, evitar lesões mais graves (GERARDI *et al.*, 2019; REDAELLI *et al.*, 2019). Um tecido lesionado é mais irrigado do que um fisiologicamente normal, e tal irrigação é decorrente de uma inflamação local, podendo o aumento de fluxo sanguíneo e da temperatura local decorrentes da inflamação ocorrerem mesmo antes de aparecerem os sinais clínicos (SIMON *et al.*, 2006).

As maiores temperaturas superficiais dos animais deste estudo foram identificadas no momento imediatamente após o treino (PT), independentemente do grupo. O uso da termografia infravermelha permite identificar com precisão as mudanças na temperatura da pele de equinos em repouso e exercitados (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Os animais utilizam a vasodilatação periférica, ou seja, o aumento do fluxo sanguíneo para a superfície corporal, como um processo para a manutenção da homeotermia, o que ocasiona aumento na temperatura da superfície animal (RIBEIRO *et al.*, 2008; GERARDI *et al.*, 2019). Essa vasodilatação facilita a troca de calor do animal com o meio ambiente por processos sensíveis, e a eficácia desta depende do gradiente térmico entre o corpo do animal e a temperatura ambiente (MCCUTCHEON; GEOR, 2008).

O IC médio calculado ao sol foi de 124,66 e dentro das baias foi de 127,05, caracterizando o ambiente térmico como não estressante para os equinos (JONES, 2009). Logo, inferimos que, durante o experimento, as variáveis fisiológicas dos animais não sofreram interferência das variáveis ambientais.

## 5 Conclusão

As variações observadas nos parâmetros fisiológicos deste estudo foram decorrentes da atividade física do treino. O estabelecimento desses parâmetros é importante para avaliar o nível de esforço a ser empregado em treinamento de equinos de vaquejada.

A termografia infravermelha se mostrou útil como uma ferramenta não invasiva de auxílio ao diagnóstico de lesões musculoesqueléticas em equinos de vaquejada. Os exames termográficos podem ser utilizados periodicamente (durante o treinamento e após competições, por exemplo) como medida de prevenção, podendo indicar suspeitas de lesões, evitando que estas progridam, ou de forma que os treinamentos de equinos para essa modalidade sejam adequados a cada animal.

## REFERÊNCIAS

ABVAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE VAQUEJADA. **Regulamento Geral de Vaquejada**. João Pessoa: ABVAQ, 2016. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1J38ZiI0uYMCqa1IC9umCXf3cwBdUppbF/view>. Acesso em: 22 abr. 2020.

ARAUJO, A. M. S. Treinamento e desempenho atlético de equinos (Revisão). **PUBVET**, v. 8, n. 18, p. 2173-2291, 2014. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/0920d982d8923bd45c85e6c44f091a0f.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

BASILE, R. C. **Metodologia de avaliação e análise de termografia em equinos**. 2012. 102 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/11823>. Acesso em: 10 mar. 2018.

BASILE, R. C. *et al.* Guia prático de exames termográficos em equinos. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 6, n. 31, p. 24-28, 2010. Disponível em: <https://document.onl/documents/guia-pratico-de-exames-termograficos-em-equinos.html>. Acesso em: 10 mar. 2018.

BELLO, C. A. O. *et al.* Avaliação ecocardiográfica de equinos após exercício de polo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1191-1195, 2012. DOI: 10.1590/S0100-736X2012001100020. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pvb/v32n11/a20v32n11.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2019.

BOFFI, F. M. **Fisiología del ejercicio en equinos**. 1. ed. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. 320 p.

BOGOSSIAN, P. M. *et al.* Testes de esforço em cavalos: índices úteis ao ajuste do treinamento. **Ciência Animal**, v. 27, n. 1, p. 99-117, 2017. Disponível em: [http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/V27n1\\_p99a117RCA.pdf](http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/V27n1_p99a117RCA.pdf). Acesso em: 25 jun. 2019.

CHAVES, A. A. **Avaliação dos parâmetros físicos vitais, hematológicos e bioquímicos de equinos Quarto de Milha submetidos à prova de três tambores com diferentes frequências de treinamento**. 2016. 57 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2016. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143831/chaves\\_aa\\_me\\_araca\\_int\\_sub.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/143831/chaves_aa_me_araca_int_sub.pdf?sequence=4&isAllowed=y). Acesso em: 25 jun. 2019.

DE GRAAF-ROELFSEMA, E. *et al.* Hormonal responses to acute exercise, training and overtraining: a review with emphasis on the horse. **Veterinary Quarterly**, v. 29, n. 3, p. 82-101, 2007. DOI: 10.1080/01652176.2007.9695232. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01652176.2007.9695232>. Acesso em: 22 abr. 2020.

EVANS D. L. Cardiovascular adaptations to exercise and training. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 1, n. 3, p. 513-531, 1985. DOI: 10.1016/S0749-0739(17)30748-4. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749073917307484?via%3Dihub>. Acesso em: 10 mar. 2018.

FARINELLI, F. **Recursos fisioterapêuticos em medicina equina (Revisão de Literatura)**. 2010. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: [https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SMOC-9JXGHP/1/monografia\\_pdf.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SMOC-9JXGHP/1/monografia_pdf.pdf). Acesso em: 22 abr. 2020.

FEITOSA, F. L. F. **Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2014. 644 p.

GERARDI, B. *et al.* Use of infrared thermography in Quarter Horse submitted to team roping. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 39, n. 7, p. 530-537, 2019. DOI: 10.1590/1678-5150-pvb-5790. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pvb/v39n7/1678-5150-pvb-39-07-530.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

GOMES, C. L. N. *et al.* Parâmetros fisiológicos e bioquímicos de equinos em treinamento de três tambores: pós-condicionamento, pós-percurso e pós-descanso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 2, p. 631-639, 2019. DOI: 10.1590/1678-4162-10270. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v71n2/1678-4162-abmvz-71-02-631.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2020.

HODGSON, D. R. Thermoregulation. *In*: HODGSON, D. R.; MCKEEVER, K. H.; MCGOWAN, C. M. (ed.). **The Athletic Horse: Principles and Practice of Equine Sports Medicine**. 2nd. ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2014. p. 108-124.

HODGSON, D. R.; DAVIS, R.E.; MCCONAGHY, F. F. Thermoregulation in the horse in response to exercise. **British Veterinary Journal**, v. 150, n. 3, p. 219-235, 1994.

JACKSON, P.; COCKCROFT, P. **Clinical Examination of Farm Animals**. 1. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2002. 320 p.

JONES, S. Horseback riding in the dog days. **Animal Science e-News**, v. 2, n. 3, p. 3-4, 2009.

LACOMBE, V. A.; HINCHCLIFF, K. W.; TAYLOR, L. E. Interactions of substrate availability,

exercise performance, and nutrition with muscle glycogen metabolism in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 223, n. 11, p. 1576-1585, 2003. DOI: 10.2460/javma.2003.223.1576. Disponível em: <https://avmajournals.avma.org/doi/abs/10.2460/javma.2003.223.1576>. Acesso em: 21 abr. 2018.

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**, v. 59, n. 1, p. 104-108, 1976. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(76)84163-X. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203027684163X>. Acesso em: 21 abr. 2018.

LIMA, T. K. L. **Avaliação dos aprumos na seleção de cavalos de competição da modalidade de três tambores**. 2016. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, 2016. Disponível em: <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/842>. Acesso em: 22 abr. 2020.

MACHADO, L. F. S. **Padronização do exame termográfico das articulações de cavalos atletas hígidos e com artropatias**. 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/48436>. Acesso em: 18 jun. 2019.

MARCONDES, E. Determinação das variações de frequência cardíaca em cavalos de salto na região de Dourados-MS. **Webartigos**, 8 dez. 2009. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/determinacao-das-variacoes-de-frequencia-cardiaca-em-cavalos-de-salto-na-regiao-de-dourados-ms/29606>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MARQUES, M. S. *et al.* Influência do exercício físico sobre os níveis de lactato plasmático e de cortisol sérico em cavalos de corrida. **A Hora Veterinária**, v. 22, n. 129, p. 29-32, 2002.

MATTOS, F. *et al.* Uso de óleo na dieta de equinos submetidos ao exercício. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1373-1380, 2006. DOI: 10.1590/S1516-35982006000500017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n4/17.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2018.

MCCUTCHEON, L. J.; GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. *In*: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine exercise**

**physiology:** The science of exercise in the athletic horse. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2008. p. 382-396.

MENDONÇA, M. F. F. **Determinação dos parâmetros fisiológicos e utilização da câmera termográfica para diagnosticar lesões em equinos de salto na cidade de João Pessoa-PB.** 2014. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos-PB, 2014. Disponível em: [http://www.cstroid.sti.ufcg.edu.br/grad\\_med\\_vet/mono\\_2014\\_1/mono\\_mucio\\_fernando\\_ferraro\\_de\\_mendonca.pdf](http://www.cstroid.sti.ufcg.edu.br/grad_med_vet/mono_2014_1/mono_mucio_fernando_ferraro_de_mendonca.pdf). Acesso em: 18 jun. 2019.

MOURA, D. J. *et al.* Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 23-32, 2011. DOI: 10.1590/S0100-69162011000100003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n1/v31n1a03.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

OLIVEIRA, K. *et al.* Dinâmica da temperatura da pele de equinos durante atividade física por meio da termografia. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 12, n. 4, p. 327-332, 2018. DOI: 10.18011/bioeng2018v12n4p327-332. Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/717/387>. Acesso em: 18 jun. 2019.

REDAELLI, V. *et al.* The use of Infrared Thermography (IRT) as stress indicator in horses trained for endurance: a pilot study. **Animals**, v. 9, n. 3, art. 84, 2019. DOI: 10.3390/ani9030084. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6466296/pdf/animals-09-00084.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

RIBEIRO, N. L. *et al.* Avaliação dos índices de conforto térmico, parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de ovinos nativos. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 614-623, 2008. DOI: 10.1590/S0100-69162008000400001. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/eagri/v28n4/01.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

SALA, L. C. C.; ELUI, M. C.; JARDIM, M. C. Avaliação termográfica da musculatura pélvica de equinos da modalidade esportiva de três tambores. **PUBVET**, v. 6, n. 29, p. 1436-1442, 2012. Disponível em: <https://www.pubvet.com.br/uploads/c1f535244a37aac8631909ba48ac4ce3.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2018.

SANTOS, V. P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de saltos submetidos a diferentes protocolos de exercício físico.** 2006. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,

2006. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/lacvet/publicacoes/variacoes-hemato-bioquimicas-em-equinos-de-salto-submetidos-a-diferentes-protocolos-de-exercicio-fisico/>. Acesso em: 18 jun. 2019.

SIMON, E. L. *et al.* Influence of exercise on thermographically determined surface temperatures of thoracic and pelvic limbs in horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 229, n. 12, p. 1940-1944, 2006. DOI: 10.2460/javma.229.12.1940. Disponível em: [https://avmajournals.avma.org/doi/full/10.2460/javma.229.12.1940?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori:rid:crossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%20%20pubmed](https://avmajournals.avma.org/doi/full/10.2460/javma.229.12.1940?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20pubmed). Acesso em: 21 abr. 2018.

SOUSA, R. A. *et al.* Effect of vaquejada exercise on the physiological and biochemical profiles of sporadic competitors and athletic horses. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 12, n. 1, p. 17-23, 2018. DOI: 10.21708/avb.2018.12.1.7231. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/7231>. Acesso em: 22 abr. 2020.