



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

**AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA E SANGUÍNEA DE  
EQUINOS SUBMETIDOS A EXERCÍCIOS EM  
DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO**

**Acadêmico(a): Guilherme Ferreira Paiva**

Dourados - MS  
Julho - 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

## **AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA E SANGUÍNEA DE EQUINOS SUBMETIDOS A EXERCÍCIOS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO**

**Acadêmico(a): Guilherme Ferreira Paiva**  
**Orientador(a): Jefferson Rodrigues Gandra**

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias da Universidade  
Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para obtenção  
do grau de bacharel em Zootecnia

Dourados - MS  
Julho - 2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

P149a Paiva, Guilherme Ferreira

Avaliação Fisiológica e Sanguinea de Equinos Submetidos a Exercícios Em Diferentes Estações do Ano: Avaliação Fisiológica e Sanguinea de Equinos Submetidos a Exercícios Em Diferentes Estações do Ano / Guilherme Ferreira Paiva -- Dourados: UFGD, 2018.

27f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Jefferson Rodrigues Gandra

TCC (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Termografia infravermelha. 2. Parametros Sanguíneos. 3. Parametros fisiológico. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** AVALIAÇÃO FISIOLÓGICA E SANGUÍNEA DE EQUINOS  
SUBMETIDOS A EXERCÍCIOS EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO

**AUTOR:** Guilherme Ferreira Paiva  
**ORIENTADOR:** Jefferson Rodrigues Gandra

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em  
ZOOTECNIA pela comissão examinadora.



Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra  
(Orientador)

Jamille Débora de Oliveira Batista  
Grad. Jamile Débora de Oliveira Batista



Grad. Andrei Zanini Escobar

Data de realização: 26 de julho de 2018



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno  
Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, por sempre guiar meus caminhos, por me dar forças e coragem para sempre seguir em frente.

Aos meus pais, Ronaldo Paiva e Joselita Meri Ferreira Paiva, por todo amor e orgulho que sempre tiveram por mim.

À minha irmã Juliana Paiva, por todas as vezes que eu precisei e ela sempre esteve presente, ouvindo e aconselhando, ajudando a superar o desespero e a frustração.

A Joyce Vicentin Bentes, pelo amor, carinho e paciência, por me incentivar a continuar, mesmo quando não haviam mais forças.

Ao meu orientador, pelos ensinamentos, paciência e disposição, pelo apoio.

À todos os professores, por serem mais que educadores, e principalmente pelos conselhos e puxões de orelha ao longo da graduação.

A Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de formação em Zootecnia.

## RESUMO

Devido à crescente variedade nos esportes equestres e às raças de cavalos, tornou-se importante a avaliação da fisiologia do exercício animal. Os equinos são submetidos a treinamentos em condições de campo para o estabelecimento de condicionamento físico e até mesmo de programas nutricionais dos animais. A preocupação com o estresse térmico é uma realidade, principalmente para cavalos atletas, cujo o valor agregado no animal é maior. Este trabalho teve por objetivo avaliar parâmetros fisiológicos e sanguíneos de animais submetidos a exercícios em diferentes estações do ano. Foram utilizados 10 animais Quarto de Milha de diferentes idades e sexos. O experimento teve duração de seis dias, sendo três dias no inverno e três dias no verão, formando um fatorial 3x2 (três períodos e duas estações). Foram avaliados temperatura de pele, temperatura retal, emissividade de calor nos olhos e ceco, frequência respiratória e cardíaca, e parâmetros sanguíneos (glicose, colesterol total, triglicerídeos, proteína total, albumina, uréia, contagem de hemácias, hemoglobina e leucócitos), antes do início do exercício e após o término dos mesmos. Houve diferença estatística para estação do ano para as variáveis triglicerídeos, sendo maior no inverno, proteína e albumina, contagem de hemácias e leucócitos, sendo maiores no verão. A variável glicose apresentou interação entre tempo de coleta e estação. A frequência cardíaca, temperaturas da pele e retal diferiram em relação as estações, apresentando maior aumento no verão. Houve diferença estatística quanto a emissividade de calor nos olhos, sendo maior no verão. A emissividade do ceco apresentou interação entre estação do ano e período de coleta. A temperatura ambiente e a estação do ano interferem nas respostas fisiológicas de dissipação de calor dos equinos.

**Palavras chave:** Avaliação fisiológica, estresse térmico, parâmetros fisiológicos e sanguíneos.

## ABSTRACT

Due to the increasing variety in equestrian sports and horse breeds, the evaluation of the physiology of animal exercise has become important. The horses are submitted to training in field conditions for the establishment of physical conditioning and even of nutritional programs of the animals. The concern with thermal stress is a reality, especially for athletes, whose value in the animal is higher. This study aimed to evaluate physiological and blood parameters of animals submitted to exercises in different seasons of the year. Ten Quarter Horse of different ages and sexes were used. The experiment lasted six days, three days in winter and three days in summer, forming a factorial 3x2 (three periods and two seasons). Skin temperature, rectal temperature, emissivity of eyes and cecum, respiration and heart rate, and blood parameters (glucose, total cholesterol, triglycerides, total protein, albumin, urea, red blood cell count, hemoglobin and leukocytes) were evaluated before of the beginning of the year and after the end of the year. There were statistical differences for the year of the triglycerides variables, being higher in winter, protein and albumin, red blood cell counts and leukocytes, being higher in the summer. The glucose variable presented interaction between collection time and season. Heart rate, skin and rectal temperatures differed in relation to the seasons, with a higher increase in summer. There was a statistical difference regarding the emissivity of heat in the eyes, being greater in summer. The emissivity of the cecum presented interaction between the season and the collection period. The ambient temperature and the season of the year interfere in the physiological responses of heat dissipation of the horses.

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>02</b>
2.1.Histórico do agronegócio do cavalo.....	02
2.2.Produção de calor.....	02
2.3.Termorregulação.....	03
2.3.1. Frequência Cardíaca (FR).....	03
2.3.2. Frequência Respiratória (FR).....	04
2.3.3. Temperatura Retal.....	05
2.3.4. Temperatura Superficial Corporal.....	
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>06</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>09</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>14</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O agronegócio do cavalo foi, por muito tempo, um dos setores menos estudados, por ser praticado muitas vezes como hobby distinto de uma classe com maior poder aquisitivo, ou para a lida no campo. Com o advento dos esportes equestres, o agronegócio do cavalo vem ganhando destaque, principalmente na geração de renda que este pode contribuir.

Dentre os animais domesticados o cavalo é um dos mais sensíveis ao estresse, principalmente causados pelo transporte, exercício, doenças como a laminite, além de mudanças na temperatura e umidade ambiente (FOREMAN & FERLAZZO, 1996). Estes agentes estressores podem causar diminuição do desempenho produtivo do animal, no caso do cavalo, desempenho de exercício. Animais em homeostase são aqueles capazes de manter a temperatura corporal dentro de limites fisiológicos, mesmo em face de variações ambientais (SILVA, 2008). Existem muitos mecanismos utilizados para manter essa faixa de conforto, porém, quase todos, quando acionados interferem na fisiologia, o que implica alterações nas funções produtivas.

Existe uma grande correlação entre temperatura do ambiente e temperatura da superfície corpórea (MACHADO et al., 2013; SOROKO et al., 2017). A termorregulação é controlada pela temperatura ambiente, logo, podemos encontrar ao longo do ano grandes diferenças de temperatura no mesmo animal saudável. A eficiência dos mecanismos dissipação de calor são influenciados principalmente pelas condições ambientais, porém, os animais podem se adaptar fisiologicamente, através do condicionamento físico e aclimatação a determinada região, melhorando o mecanismo de dissipação (McCUTCHEON & GEOR, 2007).

A termografia vem sendo constantemente utilizada no meio veterinário para diversos tipos de estudos e para cuidados específicos com os animais. Esta técnica não invasiva, tem a função de detectar problemas com o animal antes que o estado clínico se agrave, sem que haja contato do objeto com o animal, onde é utilizada uma leitura dos raios infravermelhos. Por se tratar de uma técnica preditiva, e não muito estressante para os animais, apresenta um papel importante nos cuidados com equinos de competição.

Objetivou-se neste trabalho avaliar as características fisiológicas e parâmetros sanguíneos de cavalos submetidos a diferentes intensidades de exercícios, a fim de determinar as interferências das estações do ano, do exercício e do tempo de exposição ao exercício, na saúde e no bem-estar animal.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Histórico do agronegócio do cavalo**

Segundo dados do IBGE, o setor de criação de equinos avança cerca de 12 % ao ano e fatura R\$16 bilhões. Ainda segundo o Ministério da Agricultura, a maior parte deste crescimento é voltada para o público urbano, tanto para lazer quanto para os Esportes Equestres, contribuindo para o turismo em diferentes localidades. As competições são a razão desse sucesso (ABQM, 2017).

Devido à crescente variedade nos esportes equestres e às raças de cavalos, tornou-se importante a avaliação da fisiologia do exercício animal. Os equinos são submetidos a treinamentos em condições de campo para o estabelecimento de condicionamento físico e até mesmo de programas nutricionais (SILVA *et al*, 2015).

### **2.2. Produção de calor**

Durante um esforço físico, em torno de 20% da energia química proveniente da oxidação dos nutrientes transforma-se em energia mecânica, responsável pelo movimento, e o restante transforma-se em energia térmica. (CARVALHO & MARA, 2010). Esta energia térmica, que se acumula durante a prática do exercício, elevando a temperatura corporal, precisa ser dissipada através dos mecanismos termorregulatórios do indivíduo (MOURA, 2011).

Esse calor é acumulado como uma resposta fisiológica para aumentar a eficiência das reações bioquímicas e enzimáticas na musculatura do animal. Em casos de exercício contínuo, dependendo da intensidade e das condições ambientais, a temperatura corporal pode atingir níveis críticos, situação na qual os mecanismos de dissipação de calor são ativados para diminuir a carga térmica corporal, evitando assim o estresse calórico e a fadiga por calor.

Um acúmulo de calor excessivo tem um efeito deletério no desempenho da atividade física (GEOR & McCUTCHEON, 1998), portanto, o mecanismo de termorregulação eficiente é essencial para uma boa prática esportiva. Quando a termorregulação não é eficaz, ocorre uma situação de acúmulo excessivo de calor, o que afetaria o desempenho do animal durante a atividade física (ETCHICHURY, 2008).

Cavalos possuem uma desvantagem física na dissipação de calor, pois possuem proporção aproximadamente cinco vezes menor de superfície de pele em relação à massa muscular contrátil, resultando em uma significativa redução da área evaporativa e

em maiores taxas de armazenagem de calor (ETCHICHURY, 2008). Este fator contribui para uma rápida elevação da temperatura interna a patamares críticos durante o exercício de intensidade submáxima, até mesmo sob condições ambientais frias e secas (LINDINGER et al., 2000).

O calor é transferido a partir do músculo contrátil para os tecidos vizinhos por condução e por fluxo convectivo do sangue e da linfa (LINDINGER, 1999). A quantidade de calor acumulada no corpo do animal em exercício é uma função da quantidade de calor produzida e da quantidade de calor dissipada, e num determinado momento do exercício a quantidade de calor perdida é uma função da temperatura do ar, da velocidade e da umidade (LINDINGER, 1999).

## **2.3. Termorregulação**

### **2.3.1. Frequência Cardíaca (FC)**

A frequência cardíaca (FC) é influenciada também no momento em que os equinos estão em exercício. Ela aumenta facilmente com o início do exercício, podendo atingir o seu pico após de 30 a 45 segundos do início do exercício. Esse pico varia conforme a intensidade do exercício, bem como temperatura do ambiente e treinamento que o animal foi submetido. Esta começa a diminuir nos primeiros minutos após o término do exercício (SANTOS, 2006). Todo esse mecanismo é referente a uma resposta do sistema cardiovascular, antecipando a realização de esforços mais exigentes (ARAÚJO, 2014).

Em animais em repouso, por exemplo, a FC foi registrada em torno de 30 a 40 batimentos.min<sup>-1</sup>, sendo que quando os animais são submetidos a exercícios de trote rápido esse valor aumenta, para cerca de 200 batimentos.min<sup>-1</sup>. Já no galope os batimentos.min<sup>-1</sup> ficaram entre 210 e 238. Tanto a frequência cardíaca, quanto o lactato estão diretamente ligados à velocidade do exercício. Sendo que o pico de lactato é atingido quando a corrida atinge entre 20 e 24 km.h<sup>-1</sup>, e nesse momento ambos, lactato e frequência cardíaca, podem atingir 4 mmol.L<sup>-1</sup> e 150 a 160 batimentos.min<sup>-1</sup>, respectivamente (SANTOS, 2006).

### **2.3.2. Frequência Respiratória (FR)**

O sistema respiratório dos equinos tem como função principal atender as elevadas necessidades de O<sub>2</sub> das células musculares durante o exercício. Quando em repouso, os equinos apresentam uma frequência respiratória de 12 mpm e quando

colocados em exercício ou trabalho, sua frequência respiratória aumenta para aproximadamente 120 mpm (MACHADO, 2011).

A maioria dos mamíferos, quando em estresse térmico, usam o sistema respiratório para perda de calor por evaporação. Para aumentar essa perda de calor, eles espiram através da boca mais que pelo nariz, e hiperventilam por aumento da frequência respiratória (FR). Os cavalos não podem respirar pela boca, devido as suas características anatômicas, porém, em compensação, são capazes de aumentar a vascularização dos turbilhões nasais, da mucosa nasal e da árvore bronquial, realizando perda de calor por aumento de FR e evidenciando que o sistema respiratório tem papel importante na termorregulação, durante o exercício e na recuperação do mesmo (ETCHICHURY, 2008).

Em cavalos em exercício, um aumento na FR, com aumento na ventilação do espaço morto sem aumento da ventilação alveolar, foi relacionado a uma estabilidade na temperatura retal (TR), sugerindo que os eqüinos podem usar a taquipnéia como via termolítica, de forma semelhante ao ofego verdadeiro do cachorro e da ovelha (PELLETIER et al., 1987), podendo eliminar até um 30% do calor produzido pelo corpo do animal.

### **2.3.3. Temperatura Retal (TR)**

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor. A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante a mensuração da temperatura retal, que pode variar de 37,2 e 38,2°C (CUNNINGHAM, 1999). A temperatura retal é usada, freqüentemente, como índice de adaptação fisiológica ao ambiente quente, pois seu aumento indica que os mecanismos de liberação de calor tornaram-se insuficientes para manter a homeotermia (MOTA, 1997).

O uso da temperatura retal (TR) em determinados casos, como por exemplo, no exercício, é contestada por muitos autores (HODGSON et al., 1993), que não a consideram um indicador fiel da dinâmica térmica corporal para um determinado momento. O seu uso, porém, é freqüente em estudos a campo por ser uma mensuração prática e não invasiva (KIELBLOCK, 1987).

Segundo Hodgson e Rose (1994) a capacidade do animal em se recuperar, após o término do exercício, pode ser determinada pelo acompanhamento da FC, da FR e da TR. O desempenho atlético é melhor quanto mais rápido o animal retornar as

frequências e temperaturas basais. Parâmetros fisiológicos associados ao exercício físico, FC, FR e TR, são bons indicadores da eficiência atlética dos equinos.

#### **2.3.4. Temperatura superficial corporal (TS)**

Na busca de diminuir o stress causado pelos métodos invasivos de medição de calor, a termografia infravermelha tem se mostrado um bom objeto de estudo, mensurando de forma satisfatória as emissões de calor pelos animais. Segundo Graciano (2013), a termografia infravermelha vem assumindo um papel cada vez mais relevante como método seguro, não invasivo e capaz de análise em diferentes áreas. A utilização da análise de termografia infravermelha torna possível identificar pontos de valores distintos de temperatura radiante e tem sido valiosa para o reconhecimento de eventos fisiológicos em animais (BOUZIDA et al., 2009).

Sendo caracterizada como uma das técnicas de inspeção, é chamada de: Técnicas de Manutenção Preditiva e definida por alguns (Louvain et al., 2010; Ribeiro et al., 2012) como uma atividade de monitoramento capaz de fornecer dados suficientes para uma análise de tendências. Atualmente tem aplicações em inúmeros setores; na indústria automobilística, indústria aeronáutica, indústria química, aplicações na engenharia civil, na produção animal e medicina.

O uso da termografia infravermelha permitiu precisão na determinação da temperatura de superfície das partes do corpo do cavalo e sua associação com a termorregulação (MOURA et al., 2011)

#### **2.4. índice de Temperatura e Umidade (ITU)**

Ao longo dos anos diversos índices para medir a tolerância ao calor foram desenvolvidos. O índice de temperatura e umidade – ITU (Thom, 1959) vem sendo bastante utilizado para avaliar o nível de estresse em animais, sendo realizados alguns ajustes em relação ao vento e a radiação solar baseado em mudanças nos escores ofegantes (Mader et al., 2010). O Índice ITU leva em consideração os pesos para as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e úmido (Silva, 2000).

A importância de se coleta desses dados se dá pela necessidade ao cálculo nas estações meteorológica

## MATERIAIS E MÉTODOS

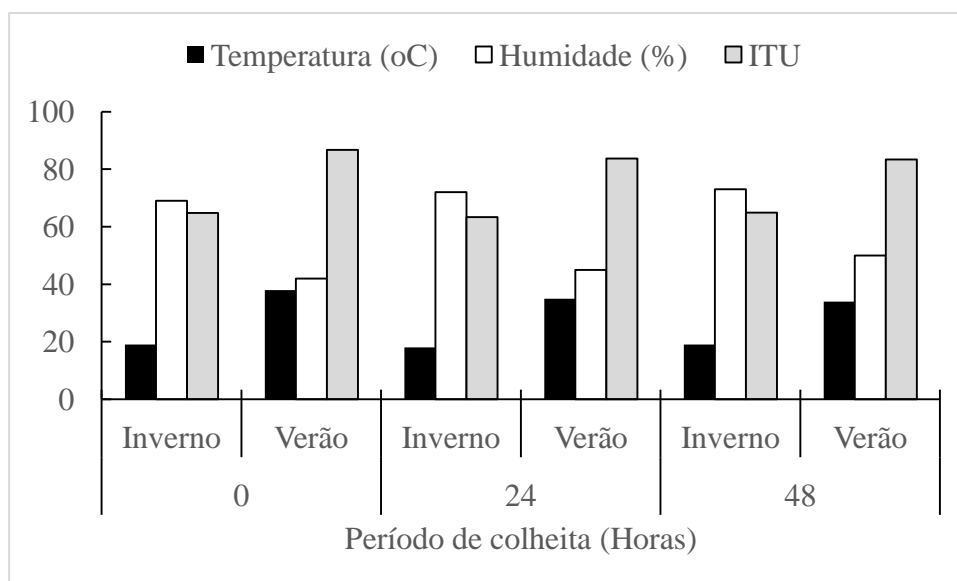
O experimento foi realizado no Haras Três Corações, que pertence a Fazenda Santa Terezinha no município de Dourados - MS. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica do Centro Universitário da Grande Dourados (UNIGRAN) e no laboratório de análises bioquímicas da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados-MS.

Foram usados 10 equinos Quarto de Milha de diferentes idades e sexos, onde dois deles foram submetidos a três tipos de exercício: caminhada, trote e galope. Os animais foram conduzidos para caminhar durante 10 minutos, seguidos por cinco minutos trotando e três minutos de galope, e avaliou-se o que estes exercícios podem acarretar em parâmetros fisiológicos. O experimento teve duração de seis dias, sendo três dias no inverno e três dias no verão, realizando coletas sempre ao mesmo horário do dia. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo duas estações do ano e três períodos de coleta.

Os dados meteorológicos de temperatura do ar e umidade relativa do ar, foram medidos diretamente no local do experimento, através de termohigrometro digital, para o calculo de Índice de Temperatura e Umidade (ITU), que foi calculado a partir do modelo imposto por THOM (1959), conforme descrito na equação abaixo.

$$ITU = (0,8 \times TA + (UR/100) \times (TA - 14,4) + 46,4)$$

Onde T é representado pela temperatura do ar (°C) e UR é representado pela umidade relativa do ar (%). Os dados obtidos no período experimental estão representados na figura abaixo:



**Figura 1.** Temperatura, umidade e ITU observadas no período de coleta de dados

ENCARNAÇÃO (1989) considera uma condição normal, não estressante para animais domésticos em geral, um valor limite de Índice de temperatura e umidade (ITU) igual a 70, onde o sistema termorregulatório do animal não seria acionado, e acima disso, considerado um ambiente estressante, onde a dissipação de calor poderia ser prejudicada.

Foram avaliados temperatura de pele, temperatura retal, emissividade de calor nos olhos e ceco, frequência respiratória e cardíaca, e parâmetros sanguíneos antes do início do exercício e após o término dos mesmos.

A temperatura de pele foi aferida por termômetro de infravermelho, antes e depois do exercício. A emissividade de calor foi medida por câmera termográfica (Testo 880, Brandt Instruments, Prairieville, LA, USA), também realizada antes e após a realização dos exercícios em diferentes intensidades. Posteriormente, as imagens foram processadas pelo programa **Texto IRSof**, marcando 30 pontos na área dos olhos e na região do ceco.

A temperatura retal foi coletada por termômetro digital veterinário, inserido pelo ânus do animal, até o reto. A frequência respiratória foi medida de acordo com a quantidade de movimentos respiratórios por minuto, enquanto a cardíaca foi aferida com auxílio de um estetoscópio veterinário, por auscultação direta na área cardíaca do lado esquerdo do animal, durante 60 segundos. O peso foi obtido através da fita que estima o peso do equino levando em consideração o perímetro torácico.

A colheita do sangue foi realizada por venopunção jugular, em tubos à vácuo contendo EDTA para a determinação do hemograma, avaliando quantidade de hemácias, hemoglobina e leucócitos, e exame bioquímico, quantificando glicose, colesterol total, triglicerídeos, proteína total, albumina e uréia.

### *Análises Estatísticas*

Os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2004), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE.

Os dados foram analisados, pelo PROC MIXED de acordo com a seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + E_i + T_j + E_i(T_j) + e_{ij}$$

Onde:  $Y_{ij}$  = variável dependente,  $\mu$  = média geral,  $E_i$  = efeito de estação ( $i = 1$  a  $3$ );  $T_j$  = efeito aleatório de armazenamento ( $j = 1$  a  $4$ );  $E_i(T_j)$  = efeito de interação. Os graus de liberdade foram corrigidos por DDFM= kr. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, versão 9.0 (SAS, 2009), adotando-se nível de significância de 5%.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros sanguíneos estão apresentados na Tabela 1. Os parâmetros colesterol total e ureia no sangue não diferiram estatisticamente para estação do ano e tempo de coleta. Houve efeito da estação do ano ( $p < 0,05$ ) para as variáveis Triglicerídeos, Proteína total, Albumina, Hemácias e Leucócitos. Os triglicerídeos na corrente sanguínea foram maiores no inverno, provavelmente devido a termorregulação, estimulando o fígado a sintetizar mais energia, visto que os triglicerídeos são a forma de lipídios mais importantes na função de estocagem de energia, enquanto os fosfolipídios e o colesterol são os mais importantes na constituição das membranas celulares (BRUSS, 2008). Também houve efeito ( $p < 0,05$ ) do tempo de colheita para a variável triglicerídeos. Em ambas as estações os valores mensurados encontram-se mais elevados do que os valores de referência citados por Kaneko et al. (2008), que variam de 4 a 44 mg/dL.

A proteína total e a albumina foram maiores no verão em comparação ao inverno. A albumina é sintetizada pelo fígado e representa a maior fração das proteínas, explicando o aumento de ambas na mesma estação. Os valores de concentrações séricas de proteínas totais e albumina podem fornecer o grau de hidratação do animal (ROSE & HODGSON, 1994; MACGOWAN, 2008), evidenciando uma maior sudorese dos animais no verão, influenciados pelo estresse térmico dos animais tanto em relação aos exercícios, quanto a temperatura do ambiente (Figura 2).

Hemácias foram maiores no inverno, porém não houve efeito sobre a hemoglobina, presente nas hemácias, que tem função de transporte do oxigênio no sangue. Esta diferença pode estar relacionada a outras variáveis não estudadas. A concentração de leucócitos foi maior no inverno do que no verão, valor que foge ao óbvio, visto que o estresse é um dos fatores que contribuem para a elevação na concentração de leucócitos, e os animais estiveram em ambiente termicamente estressante apenas no verão. Este fato pode ter se dado a outra variável, não estudada nesta pesquisa, como manejo ou mudança de treinador.

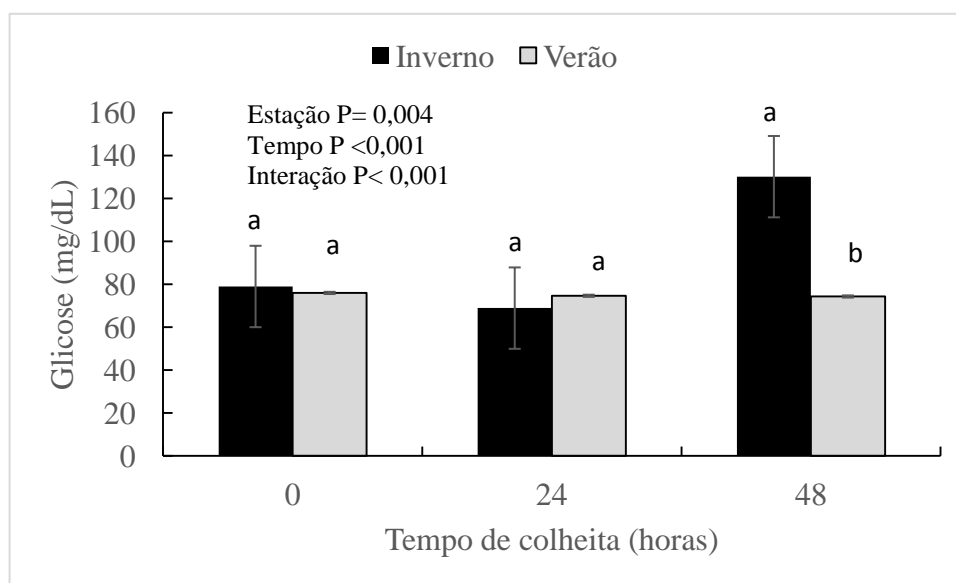
A variável Glicose demonstrou uma interação ( $p < 0,05$ ) entre estações e período de coleta (Tabela 1). Esta interação está representada, em forma de gráfico, na Figura 2. A quantidade de glicose presente no sangue dos equinos não diferiu estatisticamente entre as estações do ano nos dois primeiros dias de coleta, porém, no

terceiro dia a quantidade de glicose no inverno foi estatisticamente maior do que a do verão.

**Tabela 1.** Valores médios dos parâmetros sanguíneos avaliados em equinos nas diferentes estações do ano, com diferentes tempos de coleta após exercícios

Item	Estação		Erro	Valor de P*		
	Inverno	Verão		Estação	Tempo	Interação
Parâmetros bioquímicos (mg/dL)						
Glicose	92.69	75.00	3.11	0.004	<.0001	<.0001
Colesterol total	167.53	223.81	5.25	0.085	0.170	0.769
Triglicerídeos	81.91	57.83	5.80	0.048	0.022	0.052
Proteína total	7.67	9.47	0.26	0.037	0.080	0.454
Albumina	2.10	3.49	0.17	0.011	0.836	0.454
Ureia	16.16	15.33	0.92	0.680	0.533	0.374
Hemograma						
Hemácias ( $10^6/\mu\text{L}$ )	8.30	7.20	0.14	0.007	0.471	0.940
Hemoglobina (g/dL)	12.31	11.74	0.18	0.125	0.347	0.933
Leucócitos ( $10^3/\mu\text{L}$ )	11.90	8.35	0.34	<.0001	0.477	0.222

\*Valores de  $P < 0,05$  representam diferença estatística



**Figura 2.** Interação entre tempo de coleta de dados e estações do ano para a variável Glicose no sangue de equinos submetidos a exercícios.

Os parâmetros fisiológicos dos animais avaliados estão representados na Tabela 2. A frequência respiratória não foi afetada pela estação e nem pelo tempo de coleta ( $p > 0,05$ ). A frequência cardíaca diferiu em relação as estações, apresentando maior frequência no verão. Isso pode estar relacionado ao ITU superior ao conforto do animal nessa estação do ano (Figura 1). Segundo Etchichury (2008), é necessário uma

série de adaptações do sistema cardiovascular para que ocorra a dissipação do calor em cavalos expostos a estresse calórico ou ao exercício. Nestas circunstâncias, a demanda por sangue é aumentada acima dos níveis mínimos para o funcionamento dos órgãos vitais, devido à necessidade crescente de irrigação da massa muscular, e ao desvio de sangue para a pele para dissipar calor.

As temperaturas da pele e retal foram afetadas pela estação do ano ( $p < 0,05$ ). A temperatura da pele foi superior no verão, sendo  $4,66^{\circ}\text{C}$  maior do que na estação inverno. Os maiores valores de temperatura da pele no verão podem ser devidos à maior incidência solar nesta estação, levando a maior exposição do animal à radiação solar. Quando o animal é submetido à elevada temperatura do ar, ocorre aumento no fluxo sanguíneo do centro do corpo para a periferia (pele), causando vasodilatação periférica, na tentativa de eliminar calor (ATHAIDE et al., 2015).

A temperatura no centro do corpo do animal (temperatura retal) não varia muito de acordo com a temperatura ambiente, pois é onde se encontram os órgãos vitais, e são prioridades na termorregulação. Embora apresente valores diferentes estatisticamente de temperatura retal, sendo mais elevados no verão, estes encontram-se dentro da faixa de variação para equinos, de  $37,2$  a  $38,2^{\circ}\text{C}$  (ROBINSON, 2008).

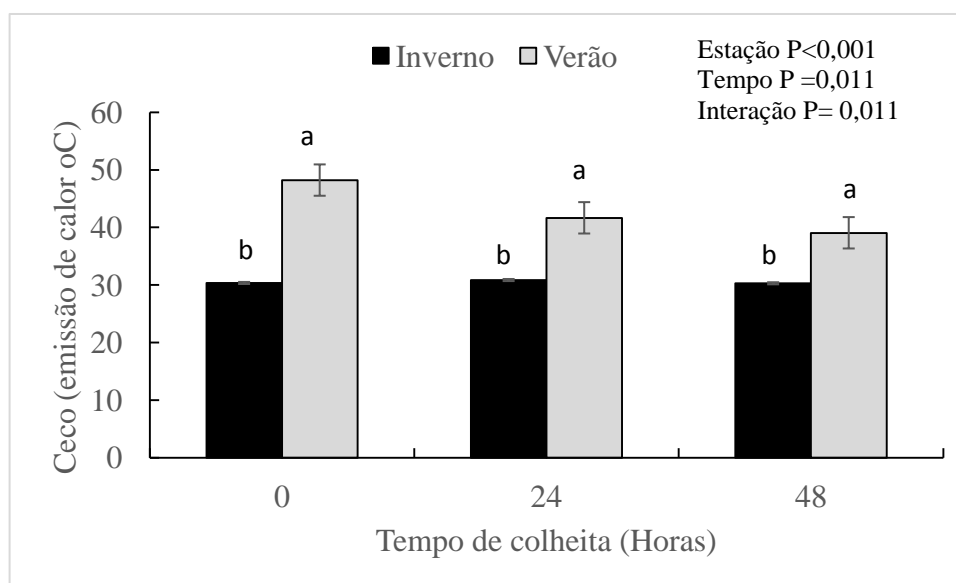
Houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) quanto a variável termografia infravermelha dos olhos. Estudos recentes com termografia infravermelha mostraram que a temperatura do olho pode ser um bom indicador da temperatura do núcleo, por sua proximidade como o cérebro, especificamente a temperatura de pequenas áreas em torno da margem da pálpebra e a carúncula lacrimal, que possuem uma relação estreita com a atividade simpática pelos leitos capilares inervados e respondem às mudanças no fluxo sanguíneo (KESSEL et al., 2010; JOHNSON et al., 2011).

**Tabela 2.** Valores médios das frequências cardíaca e respiratória, temperaturas da pele e retal, e emissividade dos olhos e ceco avaliados em equinos nas diferentes estações do ano, com diferentes tempos de coleta após exercícios

Item	Estação		Erro	Valor de P*		
	Inverno	Verão		Estação	Tempo	Interação
	Frequência (mov/min)					
Cardíaca	41.61	47.22	1.51	0.048	0.041	0.859
Respiratória	24.88	27.83	1.35	0.290	0.187	0.867
	Temperatura (°C)					
Pele	30.19	34.85	0.40	<.0001	0.201	0.179
Retal	37.21	37.72	0.07	0.003	0.476	0.357
	Termografia infravermelha (°C)					
Olhos	33.92	38.03	0.36	<.0001	0.502	0.079
Ceco	30.47	42.96	0.95	<.0001	0.011	0.011

\*Valores de  $P < 0,05$  representam diferença estatística

Houve interação ( $p < 0,05$ ) entre estações do ano e tempo de colheita para a variável termografia infravermelha do ceco. Esta interação está apresentada na Figura 3.



**Figura 3.** Interação entre tempo de colheita de dados e estações do ano para a emissividade do Ceco de equinos submetidos a exercícios.

#### **4. CONCLUSÃO**

A temperatura ambiente, a estação do ano e o exercício afetam a temperatura do animal, aumentando o estresse calórico. Para a dissipação de calor, o animal utiliza de mecanismos de termorregulação, ativados quando a temperatura está fora da faixa de conforto térmico. Estes mecanismos podem causar perda de desempenho do cavalo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABQM, Associação Brasileira dos Criadores de Quarto de Milha, 2017. <<http://www.abqm.com.br/pt>> Acesso em: 12 de junho de 2018

ANDREAZZI, M. A.; PRESTES, K. M. R.; JUNIOR, C. C. C.; SIMONELLI, S. M. Avaliação dos níveis séricos de enzimas musculares em equinos praticantes do hipismo clássico. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 336, Goiânia, 2014.

ARAÚJO, A.M.S. Treinamento e desempenho atlético de equinos (Revisão). **PUBVET**, Londrina, v. 8, n. 18, ed. 267, art. 1774, setembro, 2014.

ATHAIDE, L.G., SILVA, J.A.R., PANTOJA, M.H.A., CRUZ, Y.C.C., ADAMI, C.O., JOSET, W.C.L, MARTORANO, L., LOURENÇO JÚNIOR, J.B., Thermoregulation of Horses Reared in the Climate Conditions of the Eastern Amazon. IN: **XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTECH 2015**, Anais... Fortaleza – CE, 2015.

BOUZIDA, N.; BENDADA, A.; MALDAGUE, X.P. Visualization of body thermoregulation by infrared imaging. **Journal of Thermal Biology**, Oxford, v.34, n.3, p.120-126, 2009.

MADER T.L.; JOHNSON L.J.; GAUGHAN, J.B. A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science*, (cidade), v. 88, p.2153-2165, 2010.

CARVALHO, T.; MARA, L.S. Hidratação e nutrição no esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, Rio de Janeiro, v.16, n.2, p. 33-40. 2010.

CASTRO, T. F. Indicadores de performance esportivo em equinos. Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011

CUNNINGHAM, J.G. Termorregulação. In: **Tratado de fisiologia veterinária**. São Paulo: Guanabara Koogan, p.507-514.,1999.

ETCHICHURY, M. Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes métodos de resfriamento pós-exercício. Tese (Doutorado): Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Departamento de Zootecnia, Pirassununga, 2008.

FOREMAN, J.H.; FERLAZZO, A. Physiological responses to stress in the horse. **Pfrideheilkunde**, v.12, n.4, p.401-404 1996.

GEOR, R.J.; McCUTCHEON, L.J. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimatization in fluids and electrolytes in athletic horse. **Vet. Clin. North. Am.: Eq. Pract.**, Philadelphia, v.14, p. 97-120, 1998.

GRACIANO, D. E. Aplicações da Termografia Infravermelha na Produção Animal. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - Mato Grosso do Sul, 2013.

HODGSON, D.R. et al. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.74, n.3, p.1161-1170, 1993.

SILVA, G.R., 2000. Introdução à Bioclimatologia Animal. São Paulo - Ed.: Nobel.

HODGSON, D.R.; DAVIES, R.E.; MCCONAGHY, F.F. Thermoregulation in the horse in response to exercise. **Br. Vet. J.**, London, v.150, n.3, p.219-234, 1994.

JOHNSON S.R., RAO S., HUSSEY S.B., MORLEY P.S. & TRAUB-DARGATZ J.L. Thermographic eye temperature as an index to body temperature in ponies. *Journal of Equine Veterinary Science*. Vol.31, p.63-66, 2011.

KANEKO J.J., HARVEY J.W. & BRUSS M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6<sup>a</sup> edition. Academic Press, San Diego. 916p, 2008.

KESSEL L., JOHNSON L., ARVIDSSON H. & LARSEN M. The relationship between body and ambient temperature and corneal temperature. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**. Vol. 51, p.6593-6597, 2010.

KIELBLOCK, A.J. Strategies for the prevention of heat disorders with particular reference to the efficacy of body cooling procedures. In: HALES, J.R.S; RICHARD, D.A.B. **Heat stress: physical exertion and environment**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers BV, p.489-497, 1987.

LINDINGER, M.I. et al. Heat acclimation improves regulation of plasma volume and plasma Na<sup>+</sup> content during exercise in horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.88, n.3, p.1006-1013, 2000.

LINDINGER, M.I. Exercise in the heat: Thermoregulatory limitations to performance in humans and horses. *Can. J. Appl. Physiol.*, Guelph, v.24, n.2, p.152-163, 1999.

LOUVAIN, L.C.; CABRAL, L.G.; GOMES, K.R. Aplicação da Termografia na Manutenção preditiva. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 1, p. 109-112, 2010.

MACGOWAN, C. Clinical pathology in the Racing horse: The role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Philadelphia, n. 2, v. 24, p. 405-421, 2008.

MACHADO, J. P. D. R. G. Fisiologia do exercício em cavalos - determinação do limiar anaeróbico e sua relação com a condição física e desempenho desportivo. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

MACHADO, L.F.S., DITTRICH, R.L., PAVELSKI, M., AFONSO, A.M.C.F, DECONTO, I., DORNBUSCH, P.T. Padronização do exame termográfico nas articulações do carpo e metacarpofalangeanas de cavalos em treinamento. **Archives of Veterinary Science**, v.18, n.4, p.40-45, 2013.

MARA, T.; CHAVES, D. Avaliação Laboratorial da Performance de equinos atletas. Disponível em: <http://cernitas.com.br> Acesso em 25 de outubro de 2016.

McCUTCHEON, L.J.; GEOR, R.J. Thermoregulation and exercise associated heat stress. Em: HINCHCLIFF, K.W; GEOR e R. J KANEPS A.J. **Equine exercise physiology: The science of exercise in the athletic horse**. Saunders Ltd, 2007. Cap. 6.3, p 382.

MELO, I. H. S.; PEREIRA, L. F.; CASAS, V. F.; JUNIOR, D. P. Achados eletrocardiográficos e níveis de lactato sanguíneo em equinos submetidos ao exercício. **Investigação**, Franca-SP, v. 14, n. 2, pag. 104-112, 2015.

MIRANDA, A. C. T. Avaliação de Parâmetros Fisiológicos e do Metabolismo Mitocondrial Muscular em Equinos de Concurso Completo de Equitação Submetidos a Exercício Intenso. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal – UFRRJ, Seropédica, 2014.

MOTA, L.S. **Adaptação e interação genótipo-ambiente em vacas leiteiras**. 1997. 69f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP.

MOURA, D. J.; MAIA, A. P. A; VERCELLINO, R. A.; MEDEIROS, B. B. L.; SARUBBI, J.; GRISKA, P. Uso da termografia infravermelha na análise da termorregulação de cavalo em treinamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 23-32, jan/fev, 2011.

NETO, A. R. T. Variáveis fisiológicas e estresse oxidativo de equinos durante campeonato de enduro. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2006.

NOLETO, P. G. Perfil bioquímico sérico de equinos submetidos a provas de esforço físico. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFU, Uberlândia, 2012.

PELLETIER, N. et al. Effect of sub maximal exercise and training on dead space ventilation in the horse. In: J.R. GILLESPIE; N.E. ROBINSON. **Equine Exercise Physiology 2**. Davis: ICEEP Publications, p.225-234,1987.

PEREIRA, M. A. A. J. S. Avaliação das concentrações séricas de lactato, creatina quinase, aspartato aminotransferase, lactato desidrogenase, parâmetros clínicos e hematológicos de equinos quarto de milha submetidos à prova de laço em dupla. Dissertação (Mestrado): Faculdade de Medicina Veterinária – UNESP, Araçatuba, 2015.

RIBEIRO, I.; SILVA JUNIOR, S.R.; DUARTE, P.H. Emprego da Termografia na inspeção preditiva. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 2, n. 1, p. 37-39, 2012.

ROBINSON, N. E. Função respiratória. In CUNNINGHAM, J.G. & B.G. KLEIN. **Tratado da fisiologia veterinária**, Rio de Janeiro, Elsevier, 2008.

ROSE, R.J.; HODGSON, D.R.; Hematology and biochemistry. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J.T. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W.B. Saunders, 1994, p. 63-78.



SALES, J. V. F. Equinos finalistas de enduro – expressão do  $Mg^{+2}$ , CK, AST e LDH. Monografia de Graduação: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2011.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, J. A. Utilização da Análise de Componentes Principais em Termografia. SABER ACADÊMICO - n ° 10 - Dez. 2010.

SANTOS, V. P. Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

SAS INSTITUTE. User's Guide. Version 9.1.3. Cary, NY, 2004.

SECANI, A.; LÉGA, E. Fisiologia do exercício em equinos. **Nucleus Animalium**, v. 1, n. 2, novembro, 2009.

SILVA, M. C. P.; BERKMAN, C.; BADIAL, P. R.; SARMENTO, E. C. L. B.; OLIVEIRA, N. G. F.; RAPHAEL, U. B.; MEDEIROS, J. M. Q.; TEIXEIRA, L. G. Determinação das variáveis fisiológicas e bioquímicas de equinos Mangalarga Marchador durante prova oficial de marcha. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife-PE, v. 188, n. 1, p. 27-32, jan/abr, 2015.

SILVA, R.G. **Biofísica Ambiental "Os animais e seu ambiente"**. São Paulo: Funep. 2008. 450p.

SOROKO, M.; HOWELLB, K.; DUDEKC, K. The effect of ambient temperature on infrared thermographic images of joints in the distal forelimbs of healthy racehorses. **Journal of Thermal Biology**, v.66, p.63-67, 2017.

SOUZA, B. G. Efeitos do exercício físico em esteira ergométrica de alta velocidade e do período de treinamento de equinos de Concurso Completo de Equitação. Dissertação (Mestrado): Pós-graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração em Clínica e Reprodução Animal - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2013.

THOMASSIANI, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M. J.; SILVEIRA, V. F.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007.