

UNIVERSIDADE VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**AVALIAÇÃO CLÍNICA, LABORATORIAL E
ELETROCARDIOGRÁFICA DE CAVALOS DA RAÇA FJORD
NORUEGUÊS APÓS CAVALGADA ECOLÓGICA EM CONDIÇÕES
TROPICAIS**

RENAN SILVA DE CARVALHO

VILA VELHA
MARÇO, 2019

UNIVERSIDADE VILA VELHA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**AVALIAÇÃO CLÍNICA, LABORATORIAL E
ELETROCARDIOGRÁFICA DE CAVALOS DA RAÇA FJORD
NORUEGUÊS APÓS CAVALGADA ECOLÓGICA EM CONDIÇÕES
TROPICAIS**

Dissertação apresentada a
Universidade Vila Velha, como pré-
requisito do Programa de Pós-
graduação em Ciência Animal, para
obtenção grau de Mestre em Ciência
Animal.

RENAN SILVA DE CARVALHO

VILA VELHA
MARÇO, 2019

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

C331a Carvalho, Renan Silva de
Avaliação clínica, laboratorial e eletrocardiográfica de cavalos da raça Fjord norueguês após cavalgada ecológica em condições tropicais / Renan Silva de Carvalho. – 2019.
55 f.

Orientadora: Betânia Souza Monteiro.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Vila Velha, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Ciência animal. 2. Turismo rural. 3. Exercícios físicos - Aspectos fisiológicos. 3. Equilíbrio ácido-base. 4. Cavalgada. I. Monteiro, Betânia Souza. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.0892

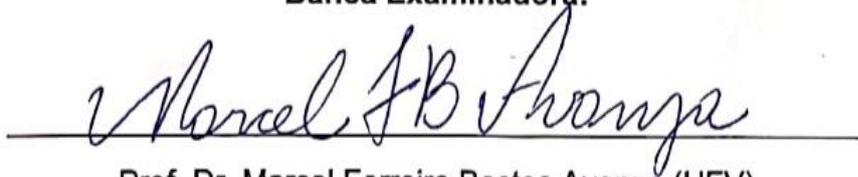
RENAN SILVA DE CARVALHO

**AVALIAÇÃO CLÍNICA, LABORATORIAL E
ELETROCARDIOGRÁFICA DE CAVALOS DA RAÇA FJORD
NORUEGUÊS APÓS CAVALGADA ECOLÓGICA EM CONDIÇÕES
TROPICAIS**

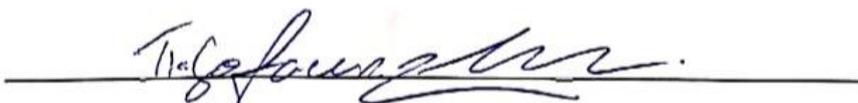
Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, para obtenção do grau de Mestra em Ciência Animal.

Aprovado em 25 de março de 2019,

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Marcel Ferreira Bastos Avanzã (UFV)



Prof. Dr. Tiago Facury Moreira (UWV)



Prof. Dra. Betânia Souza Monteiro (UWV)
(Orientadora)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, meu protetor, meu conforto e amigo de todas as horas, obrigado por me conceder a possibilidade de conclusão de mais esta etapa em minha vida.

Aos meus pais, por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida, me apoiando em todas as minhas decisões e comemorando cada conquista que temos juntos, não tenho palavras para dizer o quanto vocês são importantes na minha vida, tudo que tenho e sou, devo a vocês.

À minha família, por serem tão únicos e se orgulharem e estarem presentes nas minhas conquistas.

À minha orientadora Betânia Souza Monteiro, por ter aceitado me orientar, ter tido paciência enorme em cada passo deste processo, tornando a realização deste trabalho possível, por todos os ensinamentos, muito obrigado.

Ao Professor e amigo Marcel Ferreira Bastos Avanza, por todas palavras e ensinamentos durante essa jornada, sempre me ajudando, me compreendendo e estando disponível quando eu precisava, me dando puxões de orelha também quando necessário.

A todos que participaram da realização deste trabalho, a ajuda das Professoras Julia Picoli e Laura Conti.

Ao Professor Tiago Facury Moreira, pela disponibilidade e por ter aceitado o convite para compor a banca examinadora.

À Universidade Vila Velha em nome do seu Presidente José Luiz Dantas, pelo incentivo e por sempre entender minha ausência no trabalho durante a realização do mestrado.

Aos Funcionários da Eco Fazenda Experimental UVV

A todos os professores com quem tive a oportunidade de sempre acrescentar maiores conhecimentos.

E sempre aos cavalos, sempre por eles!

LISTA DE ABREVIATURAS

- AST – Aspartato aminotransferase
- ATP – Adenosina trifosfato
- bpm – Batimentos por minuto
- cAMP – Adenosina monofosfato cíclico
- CEUA – Comitê de ética e uso animal
- CK – Creatina quinase
- Cl - Cloro
- EB – Excesso/déficit de bases
- ECG – Eletrocardiograma
- FA – Fosfatase alcalina
- FC – Frequência cardíaca
- FCmax – Frequência cardíaca máxima
- FR – Frequência respiratória
- GGT – Gama glutamiltransferase
- Hb – Hemoglobina
- HCO₃ – Bicarbonato
- He – Hemácias
- iCa – Cálcio ionizável
- IL-1 – Interleucina 1
- IL-6 – Interleucina 6
- K – Potássio
- LA – Limiar aeróbico
- LDH – Lactato desidrogenase
- LL – Limiar de lactato
- LPL – Lipoproteína lipase
- mpm – Movimentos por minuto
- Na – Sódio
- pCO₂ – Pressão parcial de dióxido de carbono
- pO₂ – Pressão parcial de oxigênio
- sO₂ – Saturação de oxigênio

- tCO₂ – Dióxido de carbono total
- TR – Temperatura retal
- VG – Volume globular

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão..... 27
- TABELA 2.** Parâmetros bioquímicos de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão..... 28
- TABELA 3.** Parâmetros hematológicos de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão..... 29
- TABELA 4.** Parâmetros hemogasométrico de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão..... 30
- TABELA 5.** Parâmetros eletrocardiográfico de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão..... 31

RESUMO

CARVALHO, Renan Silva de, MSc., Universidade Vila Velha – ES, março de 2019. **Avaliação clínica, laboratorial e eletrocardiográfica de cavalos da raça fjord norueguês após cavalgada ecológica em condições tropicais.** Orientadora: Profa. Dra. Betânia Souza Monteiro.

Os equinos da raça fjord norueguês são animais rústicos de estrutura robusta e conformação musculosa, apresentando corpo largo, longo e baixa estatura, com variação de altura entre 1,37 a 1,47 metros e peso entre 400 a 500kg na fase adulta. A partir do ano de 2003 foram introduzidos na região serrana do estado do Espírito Santo para serem utilizados em atividades voltadas ao agroturismo, devido suas características de adaptação à diversos climas, relevos e atividades físicas, além de um temperamento dócil e fácil manejo. Dentre as atividades executadas por esses animais, estão diferentes percursos de cavalgadas ecológicas num relevo montanhoso, realizando trajetos relativamente curtos, em baixa velocidade e, de 6 a 8 vezes ao dia, sobretudo em períodos considerados de alta temporada de turismo na região aonde estão alocados. Tentando compreender se essa intensidade de treinamento e atividade realizada por esses animais, em condições tropicais, adequam-se à preceitos de bem-estar animal e qualidade de vida, utilizou-se dos conhecimentos obtidos pela Fisiologia do Exercício para a avaliação deste desempenho. Este trabalho teve como objetivo verificar se a prática do exercício de cavalgada ecológica em relevo montanhoso, exerce alguma alteração sobre os valores clínicos, laboratoriais (hemograma, bioquímico e hemogasometria) e eletrocardiográficos em equinos da raça Fjord Norueguês, clinicamente hígidos. Foram utilizados nove animais, sendo 7 machos e 2 fêmeas, de idade aproximada 13 (± 8) anos, pesando aproximadamente 440 (± 58) kg, oriundos da criação extensiva em um haras em Pedra Azul, Espírito Santo. Foi encontrada diferença significativa ($p \leq 0,05$) para frequência respiratória (FR) entre os tempos basal (T0) e T1, sendo a FR em T1, imediatamente após o exercício, maior que a FR no repouso (Basal). Na avaliação das enzimas musculares, creatina quinase (CK), aspartato

aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) não foram observadas diferenças significativas entre os tempos, sendo possível considerar que os animais de ambos os grupos possuíam condicionamento físico semelhante. Foi observada diferença significativa para lactato entre o momento basal e T1, sendo a concentração sérica de lactato no T1 foi maior que a concentração obtida no repouso (Basal), respectivamente 1,28 mmol/L (mín 0,71 – máx 1,69) e 0,80 mmol/L (mín 0,59 – máx 1,16). Observou-se também valores significativos para gama glutamiltransferase (GGT) no momento T1 ($148,1 \pm 60,6$) quando comparados ao basal ($82,7 \pm 33,2$). Como relação aos dados hemogasométricos, foi possível observar aumento significativo do HCO_3^- e do EB na avaliação pós exercício (T1), porém sem hipocloremia associada. Houve também um aumento significativo nos valores de pCO_2 no T1 quando comparados ao basal. Os dados de eletrocardiograma (ECG), demonstraram que 100% dos animais apresentaram ritmo sinusal com a onda P positiva em todos os traçados, e os parâmetros avaliados não diferiram estatisticamente entre os tempos. Apesar de algumas variáveis diferirem estatisticamente entre T0 e T1, os valores encontrados estiveram dentro dos limites fisiológicos para a espécie, o que permite inferir que a cavalgada ecológica realizada por cavalos da raça Fjord Norueguês, em Pedra Azul, é um exercício de intensidade leve, e que esses equinos estão condicionados ao tipo de atividade a que foram submetidos.

Palavras-chave: agroturismo, cavalo, fisiologia do exercício, hemogasometria.

ABSTRACT

CARVALHO, Renan Silva de, MSc., Universidade Vila Velha – ES, março de 2019.
Clinical, laboratory and electrocardiographic evaluation of Norwegian fjord horses after an ecological horse ride in tropical conditions. Orientadora: Profa. Dra. Betânia Souza Monteiro.

The horses of the Norwegian Fjord breed are rustic animals with a robust body structure and muscular conformation, presenting a large, long and short body, varying from 1,37 to 1,47 m in height and from 400 to 500kg in weight in their adulthood. Since 2003, they have been introduced in the mountainous region of the state of Espírito Santo to be used in activities related to agritourism, due to their adaptation characteristics to different climates, terrains and physical activities, besides a docile temperament and being easily handled. Amongst the activities realized by these animals, are different routes of ecologic horseback riding on a mountainous relief that are relatively short and at a low speed, from 6 to 8 times a day, especially during the high seasons at the place where they were allocated. In order to comprehend if the training and exercising intensity that these animals are submitted to, under tropical conditions, are appropriate to the precepts of animal well-being and life quality, the knowledge obtained by the Exercise Physiology was used to evaluate their performances. This study objective was to verify if the ecologic horseback riding exercise on a mountainous relief causes any changes on the clinical, laboratorial (complete blood count, blood serum test and hemogasometry) and electrocardiographic parameters of clinically healthy Norwegian Fjord horses. Nine animals were used for this study, 7 males and 2 females, that were approximately 13 (± 8) years old, weighing around 440 (± 58) kg, from extensive breeding at a stud farm in Pedra Azul, Espírito Santo. A significant difference ($p \leq 0,05$) was found between the respiratory rates (RR) at the basal timing (T0) and T1, being the RR at T1, immediately after the exercise, greater than the RR at rest (T0). When it comes to muscle enzymes, creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST) and lactate dehydrogenase (LDH), there were no major differences between T0 and T1, making it possible to consider that the animals from both groups had similar physical conditioning. There

was a significant difference between the lactate level at rest (T0) and T1, being the lactate serum concentration at T1 higher than the concentration at rest (T0), respectively 1,28 mmol/L (min 0,71 – max 1,69) and 0,80 mmol/L (min 0,59 – max 1,16). A considerable difference was also observed when comparing the concentration of gamma glutamyltransferase (GGT) at T1 ($148,1 \pm 60,6$) and at rest ($82,7 \pm 33,2$). Regarding to the hemogasometry rates, it was possible to notice a significant increase of the HCO₃ and BE on the post-exercise (T1) evaluation. However, there wasn't an associated hypochloremia. The pCO₂ rates at T1 had had a considerable increase when compared to T0 as well. The electrocardiogram (ECG) data show that 100% of the animals presented a sinus rhythm with a positive P wave at all tracings, and the parameters that were evaluated didn't differ statistically between T0 and T1. In spite of some variables differing statistically between T0 and T1, the found rates were within the physiological limits for the species, which leads us to conclude that the ecologic horseback riding done by the Norwegian Fjord horses, in Pedra Azul, is a low intensity exercise, and that these animals are conditioned to the type of activity that they were submitted.

Keyword: agritourism, horse, exercise physiology, hemogasometry

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS	iv
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	1
1- INTRODUÇÃO GERAL	4
2- REVISÃO DE LITERATURA	1
2.1- Raça Fjord Norueguês (Norwegian Fjord) e as cavalgadas ecológicas no ES	1
2.2- Parâmetros físicos de relevância na fisiologia do exercício	2
2.3- Parâmetros laboratoriais de relevância na fisiologia do exercício	4
2.3.1- Hemograma	4
2.3.2- Bioquímica Sérica	5
2.4- <i>Parâmetros hemogasométricos de relevância na fisiologia do exercício</i>	15
2.5- Parâmetros eletrocardiográficos de relevância na fisiologia do exercício	16
3. OBJETIVOS	17
4. ARTIGO CIENTÍFICO	18
RESUMO	18
ABSTRACT	19
INTRODUÇÃO	20
MATERIAL E MÉTODOS	22
RESULTADOS	26
DISCUSSÃO	32
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	43

1- INTRODUÇÃO GERAL

A fisiologia do exercício começou a ser estudada em humanos na década de 1920, e apenas em 1960 tornou-se ferramenta fundamental no estabelecimento da intensidade do treinamento e avaliação de atletas da espécie equina, tendo como objetivo avaliar o desempenho atlético por meio da determinação da dinâmica de variáveis fisiológicas, como frequência cardíaca, limiar de lactato, variáveis bioquímicas, hematologia e as respostas endócrinas (EVANS, 2000).

A avaliação do desempenho atlético de equinos realizados a campo e a mensuração de variáveis físicas e laboratoriais obtidas pela ação do exercício e do treinamento, pode ser uma valiosa ferramenta para o estudo de respostas fisiológicas da espécie e maximização de resultados em competições. O programa de treinamento deixa de ser realizado somente de maneira empírica tornando-se um processo técnico, com embasamento clínico e fisiológico. No entanto, devido à grande variedade de esportes e das raças de cavalos, torna-se importante a avaliação dos animais praticando as suas atividades físicas em condições de campo para que se estabeleçam programas de nutrição e condicionamento físico (WANDERLEY et al., 2010).

O organismo dos animais atletas sofre alterações adaptativas físicas, neurológicas, metabólicas, cardiovasculares, endócrinas e psíquicas, relacionadas com o tipo de esforço, submáximo prolongado ou máximo de curta duração. Sendo assim, ao respeitar a individualidade inerente aos diferentes indivíduos, cada atleta responde ao exercício de modo específico sendo que esse comportamento pode ser avaliado (EVANS, 2000).

A avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento pode direcionar a intensidade e o tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal. Também através desta avaliação, pode-se analisar as variações de parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício e ainda traçar a tendência de tais parâmetros para um grupo de animais (SANTOS e GONZÁLES, 2006).

A partir do estabelecimento de valores de normalidade pode-se comparar as alterações decorrentes do exercício possibilitando a avaliação do condicionamento e evolução do desempenho atlético dos animais tanto em repouso quanto em exercício, para as várias raças empregadas nas diversas modalidades hípicas (CAIADO et al., 2011).

Os equinos da raça Fjord Norueguês, ainda pouco estudados, são considerados os mais antigos e de maior pureza racial existente. Esses equinos, em 2003, foram introduzidos no Brasil, pela empresa Pedra Azul Ecologia e Turismo, localizada na região serrana do Espírito Santo, para serem utilizados em atividades agroecológicas, como cavalgadas turísticas em trilhas de longa, pequena e intermediária duração e em atividades agrícolas relacionadas às lavouras de café, como por exemplo, transporte de cargas (EDWARDS, 2016).

Frente à necessidade de maiores informações sobre os parâmetros ligados à fisiologia do exercício de equinos da raça Fjord Norueguês e escassez de informação científica da raça, sobretudo quando submetida à atividades em condições tropicais, o objetivo desse trabalho foi verificar se a prática do exercício a cavalgada ecológica em relevo montanhoso, exerce alguma alteração sobre os valores laboratoriais, clínicos e eletrocardiográficos em equinos da raça Fjord Norueguês, clinicamente hígidos.

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Raça Fjord Norueguês (Norwegian Fjord) e as cavalgadas ecológicas no ES

Com origem na região oeste da Noruega, esses equinos são considerados uma das raças mais antigas e de maior pureza racial (BJOŠRNSTAD et al., 2000; BJOŠRNSTAD et al., 2003). São animais rústicos de estrutura robusta e conformação musculosa, apresentando corpo largo, longo e baixa estatura, com variação de altura entre 1,37 a 1,47 metros e peso entre 400 a 500kg na fase adulta (BJOŠRNSTAD et al., 2000; BJOŠRNSTAD et al., 2003; EDWARDS, 2016). Apesar de serem originários da Noruega esses animais passaram a ser exportados para diversos países como Alemanha, França, Canadá e Brasil, por possuírem capacidade de adaptação à diversos climas, relevos e atividades físicas, além de um temperamento dócil e fácil manejo (BJOŠRNSTAD et al., 2003).

Em 2003, a empresa Pedra Azul Ecologia e Turismo, localizada no município de Domingos Martins no Espírito Santo introduziu essa raça em sua propriedade, sendo a segunda cidade da América Latina a importar estes animais. Nesta localidade, os animais ficam alojados em estábulos e são utilizados em atividades ecológicas, como cavalgadas, contribuindo para o desenvolvimento do agroturismo da região serrana do ES (EDWARDS, 2016).

Segundo Ribeiro et al. (2004), cavalgadas são consideradas atividades de baixa intensidade onde os animais mantêm a velocidade média entre 6-8 km/h e a via metabólica para obtenção de energia é predominantemente aeróbica. Em Domingos Martins (ES), essas cavalgadas são realizadas diariamente e abrangem diferentes percursos e distâncias e, nos períodos de alta temporada da região, esses animais são utilizados várias vezes durante o dia. Além das ações lúdicas de lazer, a execução dessas cavalgadas vem contribuindo para o desenvolvimento econômico do agroturismo regional (NUNES MARTINS, 2004).

2.2- Parâmetros físicos de relevância na fisiologia do exercício

A frequência cardíaca é um importante parâmetro de monitoramento de desempenho atlético de equinos, sendo amplamente estudada no campo da medicina esportiva equina (EVANS, 2000), com a vantagem da praticidade de sua mensuração, podendo ser aplicada em estudos a campo (OLIVEIRA et al., 2014). Em resposta ao exercício, o sistema cardiovascular aumenta a frequência cardíaca com o objetivo de melhorar a disponibilização de sangue e oxigênio e energia para o tecido muscular (LINDNER e BOFFI, 2006).

Segundo Clayton (1991), a frequência cardíaca (FC) do equino em repouso pode variar de 25-50 batimentos por minuto (bpm), dependendo do tamanho, raça, idade e temperamento do animal, podendo atingir rapidamente 100 bpm por excitação, medo, dor e em antecipação ao exercício.

A FC aumenta de acordo com a intensidade do exercício até atingir um platô, no qual o aumento da velocidade não será acompanhado pelo aumento da frequência cardíaca, sendo caracterizada a frequência cardíaca máxima (FCmax), que é geralmente na faixa de 210-240 bpm. O treinamento produz alterações adaptativas na FC durante o exercício. Segundo Babusci e López (2007), um equino treinado deve ser capaz de desenvolver determinada velocidade a uma frequência cardíaca inferior à desempenhada antes de iniciar o treinamento.

Da mesma forma, ocorre o aumento da frequência respiratória, a fim de suprir as trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor (AINSWORTH, 2004). Esta resposta aguda do organismo em busca de adaptar suas funções faz com que a mensuração desses parâmetros seja muito utilizada, em associação com outras variáveis, para avaliar o condicionamento físico do animal (POOLE e ERICKSON, 2008; CARVALHO FILHO et al., 2012).

Os cavalos têm uma FR em repouso que varia de 12-20 movimentos por minuto (mpm) (SILVA et al., 2005). De acordo com Clayton (1991), muitos fatores como exercício, dor e aumento na temperatura corporal elevam a FR e mudam o padrão respiratório. Esse mesmo autor afirmou que, durante o exercício, a FR pode aumentar para mais de 180 mpm, sendo que ao passo e até certa extensão de trote, o cavalo

adota uma FR apropriada à intensidade do exercício e ao se iniciar o exercício sua FR aumenta rapidamente de acordo com a necessidade corporal de O₂. Quando o exercício cessa, a FR diminui devido à parada das forças locomotoras que guiam a respiração. Normalmente, o cavalo respira profundamente algumas vezes e então a FR se mantém entre 60-100 mpm, até que o débito de O₂ se equilibre. Atingido este equilíbrio, a resposta respiratória depende diretamente da temperatura corporal do cavalo. Se o animal estiver frio, a FR declina gradualmente aos valores de descanso. Se houver hipertermia, o cavalo ofegará como um mecanismo de perda de calor.

O sistema termo regulatório controla a temperatura corporal, alterando o fluxo de calor entre o animal e o ambiente. A temperatura retal (TR) de um equino normalmente varia entre 37,2°C e 38,6°C, com valores médios de 38,0°C. A taxa de aumento de calor durante o exercício depende da duração e intensidade do mesmo, da temperatura ambiente e umidade, além do estado de hidratação do cavalo. A temperatura retal atinge picos em torno de 10 minutos após o fim de exercícios extenuantes, ficando em torno de 39-40°C depois do exercício e deve diminuir nos 10 a 20 minutos seguintes (CLAYTON, 1991).

McConaghy (1994) e McCutcheon e Geor (2008) relataram que o exercício causa um maior desequilíbrio no balanço térmico porque a energia utilizada para a contração muscular é proveniente da conversão de energia química estocada em energia mecânica, processo este relativamente ineficiente, pois cerca de 75-80% da energia liberada é perdida na forma de calor. Por estes motivos, ocorre um aumento da temperatura corporal e no interior do músculo. Se este calor não for dissipado, a temperatura corporal pode se elevar a níveis ameaçadores à saúde.

Os mecanismos fisiológicos que promovem a dissipação de calor são essenciais para o bom desempenho do um animal atleta. Dos vários mecanismos de transferência do calor (condução, convecção, radiação e evaporação), a evaporação do suor é o mecanismo mais importante e, segundo McConaghy (1994) e McCutcheon e Geor (2008), a evaporação também pelo trato respiratório. O resfriamento evaporativo é um mecanismo eficiente que permite ao cavalo realizar eventos atléticos com pequenas elevações na temperatura corporal. Paludo et al. (2002) citaram que os elementos ambientais que mais afetam a temperatura corporal são temperatura e

umidade do ar, radiação e vento. Sob estresse térmico, os equinos apresentam os seguintes sinais: aumentos da FC e da FR, sudorese, vasos periféricos aparentes na superfície corpórea e aumento da TR. Esta última nos permite avaliar se os animais estão conseguindo manter sua temperatura dentro dos limites normais em condições de estresse térmico. Animais adaptados a ambientes quentes apresentam adaptações nos mecanismos dissipatórios de calor promovendo estabilidade cardiovascular, decréscimo na taxa de calor estocada, e aumento na duração do exercício antes da fadiga.

A cor da pelagem e o tamanho dos pêlos são fatores que também podem influenciar na termorregulação dos equinos. A cor afeta a quantidade de radiação solar absorvida e pelos longos podem limitar a perda de calor por evaporação (McCUTCHEON e GEOR, 2008).

Salienta-se que rápido retorno dos valores de FC, FR e TR aos níveis basais, indica que o animal está bem condicionado e foi submetido a um bom programa de treinamento (KRUMRYCH, 2006). A mensuração destes parâmetros é muito utilizada em associação a outras variáveis, devido à rápida resposta do organismo à alteração destes parâmetros afim de buscar adaptações, possibilitando a avaliação do condicionamento físico do animal (CARVALHO FILHO et al., 2012).

2.3- Parâmetros laboratoriais de relevância na fisiologia do exercício

2.3.1- Hemograma

O hemograma fornece dados essenciais para investigar tanto a saúde quanto as alterações de origem patológica, podendo ser utilizado na rotina para acompanhar clinicamente o desenvolvimento e o desempenho de atletas. A diversidade de informações que o hemograma pode fornecer torna este exame auxiliar um dos mais requisitados (GROTTO, 2009). O número de hemácias (He), concentração de hemoglobina (Hb) e o volume globular (VG), são avaliados por meio do eritrograma (JOHNSON, 1998).

As hemácias são células produzidas pela medula óssea, responsáveis por transportar oxigênio para todos os tecidos do organismo por meio do sistema

sanguíneo. Devido a sua forma bicôncava e alta flexibilidade, tem facilidade de ser perfundida pelos capilares, possibilitando a troca de gases e melhorando o metabolismo celular (KOHN et al., 1999). Por não possuírem núcleo e mitocôndria, as hemácias obtém ATP por glicólise anaeróbica a partir da glicose plasmática, resultando em produção de ácido láctico que vai para o plasma (ANDREW et al., 1995). Os valores de normalidade variam de 6,8 – 12,9 $10^6/uL$, segundo Kaneko (1997).

O Hematócrito ou Volume Globular (VG) corresponde ao volume total de hemácias no sangue e é expresso em percentagem (%) (JAIN, 1993). Os valores de normalidade variam de 32 – 35%, segundo Kaneko (1997).

O leucograma é um componente do hemograma também utilizado para investigar a condição atlética dos equinos. Elevações no número de leucócitos são observadas durante o exercício, e podem ser consideradas fisiológicas, pois resultam da ação de hormônios como cortisol e adrenalina, liberados em situações de medo, excitação ou durante o exercício intenso (PICCIONE et al., 2007; PALUDO et al., 2002; FERRAZ et al., 2009).

2.3.2- Bioquímica Sérica

A composição bioquímica sanguínea reflete com precisão a situação metabólica dos tecidos animais, de forma a poder avaliar lesões teciduais, transtornos no funcionamento de órgãos, adaptação do animal diante de desafios nutricionais, fisiológicos e desequilíbrios metabólicos específicos (GONZÁLES e SCHEFFER, 2002). É importante entender os distúrbios bioquímicos relacionados a vários tipos de exercício, por refletirem alterações na função de diferentes sistemas e no tipo de energia utilizada (ROSE, 1992). Enzimas como a creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) são amplamente usadas para diagnosticar problemas musculares. Conforme o tipo e a duração do exercício estas enzimas são liberadas em consequência do aumento da permeabilidade da membrana plasmática e/ou lesão muscular esquelética.

2.3.2.1- Enzimas musculares

Segundo Jones (2005), a musculatura equina tem grande capacidade de se adaptar durante o treinamento. As fibras musculares passam por mudanças estruturais e na sua atividade enzimática quando submetidas a exercícios

sistemáticos. Dependendo da duração, tipo, frequência e intensidade da atividade física, a resposta adaptativa pode aparecer de diversas formas. A intensificação da função celular, que ocorre normalmente durante exercício ou como uma reação a lesão, resulta em utilização aumentada de substratos, o que por sua vez causa maior permeabilidade do sarcolema, permitindo a liberação de algumas enzimas na circulação (SNOW e VALBERG, 1994).

O condicionamento físico, a intensidade e a duração do exercício possuem efeito direto sobre a atividade sérica das enzimas em questão (THOMASSIAN et al., 2007; ZOBBA et al., 2011), o que faz com que a avaliação das alterações nas concentrações de tais enzimas, que participam ativamente da produção de energia em resposta ao exercício, seja de grande importância, tanto para clínicos como para treinadores (CARDINET, 1997).

As principais enzimas, comumente utilizadas para avaliação do sistema muscular no equino, são a creatina quinase (CK), a aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) (THOMASSIAN et al., 2007).

Nos equinos a CK é encontrada principalmente na musculatura esquelética, no miocárdio e no cérebro. Pode estar presente também em tecido gastrointestinal, útero, vesícula urinária, rins e na glândula tireóide (MACLEAY, 2004). Esta enzima é responsável pela quebra do fosfato de creatina em creatina e fosfato, permitindo que haja a fosforilação do ADP, liberando, desta forma, energia para a contração muscular (BOTTEON, 2012). O pico de concentração sérica da CK se dá de 4 a 6 horas após a ocorrência da lesão, e os valores podem voltar à normalidade com 24 até 96 horas (VALBERG et al., 1993). A meia-vida plasmática é curta, de aproximadamente 2 horas (MACLEAY, 2004).

Em cavalos saudáveis as alterações na atividade sérica de CK devido ao exercício podem estar relacionadas à intensidade e duração do exercício, bem como ao condicionamento físico do animal (HARRIS et al., 1998; OVERGAARD et al., 2004). Alguns autores relatam o aumento da atividade de CK à medida que se intensifica o exercício (SANTOS e GONZÁLES, 2006; MIRANDA et al., 2011). Em outros estudos foi possível verificar que a atividade sérica de CK diminui à medida que os animais completavam maiores períodos de treinamento, sugerindo sua relação com o

condicionamento físico (LÖFSTEDT e COLLATOS, 1997; BALARIN et al., 2005; FRANCISCATO et al., 2006).

A AST é uma enzima citoplasmática e mitocondrial que catalisa a desaminação do aspartato para a formação de oxalacetato. Tem como co-fator o piridoxal fosfato. Possui tempo de meia-vida plasmática longo, de aproximadamente 8 dias e o seu pico acontece cerca de 24 horas após a lesão. Assim como a CK, não é uma enzima específica do tecido muscular, existe em muitos tecidos como duas isoformas, no citosol e na mitocôndria, sendo mais abundante no fígado e nos músculos e em baixa atividade em vários outros tecidos (MACLEAY, 2004; LEHNINGER et al., 2013). Em alterações musculares é recomendado a mensuração da atividade das duas enzimas em conjunto, já que, assim como a CK, a AST pode existir em outros tecidos, como o fígado (GONZÁLES e SILVA, 2003; LEHNINGER et al., 2013) e pode, também, estar relacionada com alterações no miocárdio (DAVIS et al., 2013).

Encontrar a atividade sérica de CK aumentada e a atividade de AST baixa é indicativo de lesão muscular recente, enquanto níveis baixos de CK e altos de AST indicam processos que podem ter ocorrido já há cerca de 24 horas ou mais. (GONZÁLES e SILVA, 2003). Da mesma forma que CK, o aumento da AST é influenciado pela fase de treinamento, tipo de exercício e condicionamento físico (CÂMARA e SILVA et al., 2007).

A LDH é uma enzima citoplasmática que catalisa a redução de piruvato em lactato, com a oxidação concomitante de NADH para NAD⁺, pelo ramo fermentativo da via glicolítica (BOTTEON, 2012). A atividade da LDH é alta em vários tecidos, e o aumento na sua concentração sérica pode ser devido à lesão de hepatócitos, lesão muscular e hemólise. Existem cinco isoenzimas da LDH, sendo a isoenzima LDH5 predominante na musculatura (KINGSTON, 2004). Geralmente é dosado LDH total, sem subdividir suas isoenzimas (PEREIRA NETO, 2011).

A LDH está diretamente relacionada com a produção de lactato, pois ela é responsável por catalisar a redução de piruvato em lactato, com a oxidação concomitante de NADH para NAD⁺, pelo ramo fermentativo da via glicolítica (BOTTEON, 2012). Sendo assim, a atividade sérica dessa enzima vem sendo utilizada como marcador da atividade anaeróbica, a qual aumenta em exercícios de alta

intensidade e de curta duração (KOWAL et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2011). A raça do animal, o tipo de treinamento físico, tipo de trabalho, intensidade e duração também influenciam nas concentrações séricas de LDH (MUÑOZ et al., 1998).

Os valores séricos de LDH em equinos em repouso diminuem de forma progressiva à medida que aumenta o treinamento alcançando um valor constante quando o equino se adapta ao treinamento (RUDOLPH et al., 1993), como relatado por Balarin et al. (2005), que notaram diminuição na atividade sérica de LDH após o exercício, ao final de um período de treinamento moderado de 12 meses.

2.3.2.2- Lactato

Na medicina esportiva equina, a concentração de lactato sanguíneo vem sendo utilizada frequentemente para fornecer informações adicionais sobre o condicionamento físico do equino atleta (BOTTEON, 2012). Durante o exercício, a produção e a utilização apropriada de energia são essenciais para a atividade muscular do equino atleta. A glicose é uma importante fonte de energia para a atividade muscular (EATON, 1994). A energia celular é gerada na forma de compostos fosfatados de alta energia (ATP). Uma das fontes é a glicólise aeróbica que fornece grande quantidade de energia. Já a glicólise anaeróbica, é uma via de produção de adenosina trifosfato (ATP) sem utilização de oxigênio, mas que pode ocorrer na presença de oxigênio. Ocorre uma formação rápida de ATP, com produção de ácido láctico (VIERA et al., 2013).

O lactato em si não é nocivo para o organismo, mas os hidrogênios associados a ele, que produzem queda do pH intracelular (BAYLY e KLINE, 2006), prejudicando o funcionamento da bomba de Ca^{+2} e a geração de energia, inibindo a atividade celular. Esses eventos fazem o músculo trabalhar de forma lenta, o que caracteriza fadiga (PÖSÖ, 2002).

De uma forma geral, o aumento da concentração de lactato plasmático pode ser utilizado para indicar a capacidade atlética do equino, visto que animais que apresentam grande capacidade aeróbica geralmente apresentam baixas elevações das concentrações de lactato em resposta ao exercício ou possuem uma taxa de metabolização mais rápida e eficiente (VALBERG, 2008).

2.3.2.3- Fosfatase Alcalina

Considerada uma enzima de indução, a fosfatase alcalina (FA) é amplamente distribuída no organismo, sintetizada no fígado, osteoblastos, epitélios intestinal e renal e na placenta. Porém os hepatócitos respondem pela maior parte da atividade sérica normal dessa enzima. O aumento da produção de FA e de sua concentração sérica pode ser notado em casos de maior atividade osteoblástica, colestase, indução por drogas e doenças crônicas, inclusive neoplasias. Nos distúrbios hepáticos detecta-se o aumento de sua atividade no soro em decorrência de colestase tanto por obstrução dos canalículos intra como extrabiliares. A fosfatase alcalina pode aumentar por meio da realização de exercícios, induzindo uma resposta adaptativa do animal e aqueles mais adaptados possuem menor expressão dessa enzima (MORAIS et al., 2000; THRALL et al., 2007).

2.3.2.4- Gama glutamiltransferase

A enzima gama glutamiltransferase (GGT) é considerada uma enzima de indução. Ela é sintetizada por quase todos os tecidos corporais, com maior concentração no pâncreas e rins. Além disso, está presente em baixa concentração nos hepatócitos, no epitélio de ductos biliares, na mucosa intestinal e em alta quantidade nas glândulas mamárias de vacas, ovelhas e cadelas, e por isso está presente em quantidade relativamente elevada no colostro de vacas e ovelhas e, juntamente com os anticorpos do colostro é transferida ao sangue do bezerro recém nascido (FAGLIARI et al., 1996; THRALL, et al., 2007). É de primordial importância na avaliação do estado nutricional, a bioquímica das proteínas séricas podendo indicar alterações metabólicas e auxiliar no diagnóstico clínico das enfermidades. A determinação do teor sérico de proteínas fornece informações que são úteis para limitar a lista de doenças que devem ser investigadas e, em alguns casos, indicar uma doença específica. Em condições normais, as proteínas são utilizadas durante atividade física na reparação de tecidos lesados durante o exercício, e na gliconeogênese durante a fase de recuperação (FONTEQUE et al., 2001; GORDON et al., 2006; THRALL, et al., 2007).

2.3.2.5- Uréia e creatinina

O metabolismo do tecido renal e seu mecanismo de transporte exercem importante papel na desintoxicação do organismo (TARLOFF e LASH, 2004). Os

níveis da uréia e da creatinina são indicativos da função renal, e suas concentrações estão aumentadas em resposta à desidratação e ao exercício por consequência de uma possível alteração na taxa de filtração glomerular, servindo como parâmetros de evolução, monitoramento do tratamento e progressão da doença (DUNCAN et al., 1994). Após a síntese hepática, molécula de uréia é liberada no sangue e depurada principalmente (75 a 100%) pelos rins, que é a principal via de excreção (SCHOTT, 2000).

Com exercício moderado a intenso, a concentração da ureia plasmática não costuma se alterar, mas durante exercício prolongado ele pode aumentar 50% ou mais em face dos efeitos combinados de menor fluxo sanguíneo renal e catabolismo protéico (SNOW et al., 1983). Dessa forma, elevações na uréia sanguínea em associação a alterações glomerulares, estão estreitamente correlacionadas com efeitos tóxicos aos túbulos renais e parênquima renal (PRAUSE e GRAUER, 1998).

A creatinina, é derivada da creatina e da fosfocreatina durante o metabolismo muscular e também é excretada pelos glomérulos renais. Ela tem sido utilizada como índice de retenção dos compostos nitrogenados não proteicos eliminados pelos rins, para cada redução de 50% da taxa de filtração glomerular, a concentração sérica de creatinina deve duplicar. A taxa de creatinina sérica é influenciada pela massa muscular e treinamento físico (DUNCAN et al., 1994) e, ao contrário da uréia sérica, não sofre alteração diante de dietas hiperprotéicas e hemorragias gastrintestinais (MEYER e HARVEY, 1998). A creatinina plasmática é normalmente filtrada do plasma e reabsorvida e secretada pelos túbulos proximais. Elevação da concentração plasmática de creatinina é um confiável indicador de déficit da filtração glomerular, alterações no fluxo sanguíneo renal e disfunção tubular (EVANS, 2009).

2.3.2.6- Triglicerídeos

Os triglicerídeos são um grupo de lipídeos caracterizados por uma estrutura de três ácidos graxos ligados a um glicerol (STOCKHAM e SCOTT, 2008). São a principal forma de estocagem de ácidos graxos e menos solúveis que estes últimos, e por isso se ligam a proteínas quando são transportados pelo plasma formando complexos chamados de lipoproteínas (BRUSS, 2008). Em geral, as lipoproteínas carregam

triglicerídeos dos intestinos e fígado para o músculo e tecido adiposo (STOCKHAM e SCOTT, 2008).

No tecido adiposo, a síntese de triglicerídeos é principalmente controlada por hormônios, especialmente o glucagon, as catecolaminas e a insulina. Os dois primeiros atuam aumentando o cAMP intracelular, e o último, reduzindo. Quando o glucagon está aumentado e a insulina reduzida, há estímulo para a lipólise. Baixa insulina e catecolaminas elevadas reduzem os níveis de lipoproteína lipase (LPL) no tecido adiposo. Esta enzima é necessária para a captação de triglicerídeos plasmáticos na forma de LCFA para a síntese de triglicerídeos neste tecido. Níveis de insulina diminuídos reduzem a entrada de glicose nos adipócitos, resultando em menor disponibilidade de glicerolfosfato, necessário para a síntese. Níveis aumentados de cAMP no tecido adiposo também reduzem a atividade de diversas enzimas necessárias à síntese de gorduras, mas o mecanismo ainda é incerto (BRUSS, 2008).

2.3.2.7- Colesterol

O colesterol é o precursor de hormônios esteroides, vitamina D e ácidos biliares. Também é um constituinte de membranas celulares e micelas biliares e pode ser obtido na dieta ou ser sintetizado pelo organismo (BRUSS, 2008).

O fígado é o responsável principal pelo catabolismo e anabolismo do colesterol. Por ser um componente insolúvel, é transportado pelo plasma como parte das lipoproteínas (BRUSS, 2008). Todas as células podem potencialmente produzir colesterol, assim, fontes não hepáticas importantes são a mucosa intestinal, que sintetiza o colesterol contido nos quilomícrons, as gônadas e as glândulas adrenais (STOCKHAM e SCOTT, 2008).

Um dos mecanismos indiretos de controle da síntese do colesterol é a disponibilidade de cAMP, que aumenta a atividade da enzima responsável pela síntese. A concentração intracelular hepática de cAMP é regulada pelo glucagon plasmático, que o aumenta, e pela insulina, que o diminui. Outros hormônios envolvidos são os hormônios da tireoide, que aumentam a atividade da enzima, e os glicocorticoides, que a reduzem (BRUSS, 2008).

2.3.2.8- Glicose

Existem importantes recursos energéticos disponíveis para o desempenho da atividade física incluindo glicose, ácidos graxos livres, glicerol aminoácidos e lactato. Durante o exercício, a demanda de energia aumenta para sustentar a contração muscular. A energia suprida anaerobicamente pelo ATP e fosfocreatina durante a atividade física de alta intensidade é suficiente para aproximadamente 30 segundos de exercício. Depois desse período, o fator limitante para o desempenho da atividade física é a disponibilidade de glicose para a geração de energia via metabolismo anaeróbico ou aeróbico (LACOMBE et al., 2003).

A produção e a utilização apropriadas de energia são essenciais para o equino atleta e possuem uma função crítica para o ótimo desempenho (HARRIS e HARRIS, 1998; GOMIDE et al., 2006). A glicose é uma importante fonte de energia para a atividade muscular (GOMIDE et al., 2006). Segundo González (2006), entre vários metabólitos usados como combustível para oxidação respiratória, a glicose é considerada o mais importante, sendo vital para funções, tais como o metabolismo do cérebro e na lactação.

O aumento da glicose plasmática é uma resposta comum ao estresse e constitui uma fonte extra de energia que possibilita ao animal superar os distúrbios causados pelo agente estressor (MCKEEVER, 2002; MCGOWAN, 2008). O principal objetivo do sistema de regulação endócrino durante o exercício é a manutenção do nível de glicose plasmática. A glicose plasmática aumenta geralmente com todas as formas de exercício, isso ocorre por causa da estimulação da gliconeogênese hepática, entretanto, com exercício prolongado, as concentrações de glicose diminuirão em função da depleção do glicogênio hepático (TRILK et al., 2002; TEIXEIRA-NETO et al., 2007).

2.3.2.9- Proteínas séricas - Albumina e globulina

As proteínas são compostos nitrogenados sanguíneos, incluindo albumina e as globulinas. A albumina é sintetizada no fígado, enquanto as globulinas são produzidas tanto no fígado como no sistema imune. São responsáveis por muitas funções no organismo e sofrem alterações em processos inflamatórios de origem bacteriana, parasitária, imunológica e ou metabólica. O aumento destas proteínas no plasma

sanguíneo pode ocorrer em casos de desidratação, estímulo da resposta imune induzida por vacinação, doenças autoimunes ou inflamação crônica (OLIVEIRA et al., 2016).

A análise das proteínas totais é importante para indicar alterações metabólicas e auxiliar no diagnóstico. Durante o exercício as proteínas são utilizadas na gliconeogênese e na recuperação do tecido após o exercício (THRALL et al, 2007). As concentrações dessas proteínas no plasma podem variar devido a diversos fatores, tais como, idade, sexo, hormônios, gestação, lactação, nutrição, estresse e alterações hidroeletrólíticas (MELO et al., 2013).

As albuminas entre outras funções mantêm a pressão oncótica do sangue e possui um papel de transporte de substâncias. Já as globulinas abrangem diversos tipos de anticorpos que atuam principalmente no sistema imune. Há o aumento nas concentrações de plasmáticas das proteínas durante o exercício intenso como resultado do desvio de líquido intracelular e aumento das proteínas de fase aguda (FONSECA, 2008).

Obtêm-se a concentração da globulina a partir da diferença de concentração entre as proteínas totais e albumina, sendo a primeira, indicadora de processos inflamatórios. As globulinas e a albumina correlacionam-se de forma negativa, ou seja, se houver um aumento das globulinas devido a estados infecciosos haverá inibição da síntese de albumina no fígado como mecanismo para manter constante o nível proteico total e conseqüentemente a pressão osmótica sanguínea. Já na disfunção hepática, o nível de albumina cai e o de globulinas aumenta (KANEKO, 1997).

2.3.2.10- Eletrólitos – Sódio, Potássio e Cloro

Alguns eletrólitos são de fundamental importância na regulação do equilíbrio hidroeletrólítico e sabe-se que eletrólitos como o sódio, potássio e cloro são excretados durante o exercício tanto pela urina como pelo suor (KERR, 2003).

As necessidades de sódio do organismo são sanadas através da alimentação, que deve prover de 4 a 5 g diários de sódio, a fim de manter a concentração plasmática entre 135 a 155mmol/L (MOTTA, 2009). A absorção do eletrólito ocorre a nível da mucosa gastrointestinal, de três diferentes modos: por difusão simples, por intermédio

de proteínas de co-transporte de sódio e por um mecanismo que troca o sódio por hidrogênio (DUKES, 2006).

O potássio está presente em grandes quantidades nos alimentos da maioria dos animais, sendo a principal fonte para o organismo. A absorção ocorre a nível gastrointestinal, em maior parte no cólon, por difusão passiva paracelular em resposta ao gradiente de concentração, estando diretamente relacionada à absorção de água. Após absorvido o potássio é distribuído nos fluidos corporais, sendo a maior parte (98%) direcionada ao fluido intracelular, onde representa o cátion de maior importância para a manutenção do nível hídrico e teor osmótico do compartimento (DUKES, 2006; MANCHA, 2009). O potássio do meio extracelular eleva-se durante o exercício alterando-se a partir do início do trabalho (AHLBORG et al., 1967).

O cloro advém da alimentação, sendo absorvidos no trato digestivo. Sua distribuição no organismo provê os teores plasmáticos necessários ao fluido extracelular, uma vez que são os principais ânions do compartimento. Sua principal função é garantir a eletroneutralidade e pressão osmótica do mesmo. Adjuvante na manutenção da eletroneutralidade plasmática, o mecanismo denominado por “deslocamento de cloretos” atua promovendo a incorporação dos íons cloreto aos eritrócitos, em troca dos íons bicarbonato provenientes do tamponamento gerado pela hemoglobina sobre o ácido carbônico (MOTTA, 2009).

Os teores plasmáticos de cloretos são controlados por intermédio da excreção urinária, onde parte da reabsorção ocorre passivamente em associação ao sódio nos túbulos contornados proximais e distais, de modo que a taxa de reabsorção de cloretos é limitante para a reabsorção do sódio, sendo este sistema sensível à ação da aldosterona. Outra parte é recuperada ativamente na alça de Henle mediante a “bomba de cloretos”. Adicionalmente, uma parte dos cloretos excedentes é excretada pelo suor (MOTTA, 2009).

2.3.2.11- Fibrinogênio

O fibrinogênio é uma proteína de fase aguda sintetizada pelo fígado, cuja concentração plasmática eleva-se sob a ação estimuladora das interleucinas (IL-1 e 6) e do fator de necrose tecidual liberado pelo processo inflamatório (ANDREWS et al., 1994). Segundo Schalm et al. (1975), durante o processo de inflamação aguda, a

concentração plasmática desta substância aumenta por vários dias, atingindo um pico entre o quinto e sétimo dia. Não sofre alteração perceptível em virtude de fatores como a idade e sexo mas pode sofrer alterações em exercícios de alta intensidade. Para equinos, o valor de normalidade é compreendido entre 100 e 400 mg/dL (KANEKO, 1997).

2.4- Parâmetros hemogasométricos de relevância na fisiologia do exercício

Muitos fatores alteram a homeostase do organismo, dentre eles, a prática de exercícios. Durante a prática do exercício físico ocorre um aumento da demanda energética visando a manutenção da atividade muscular. O estudo da fisiologia do exercício envolve avaliar o nível de condicionamento físico do animal e sua adaptação em relação a atividade desenvolvida, para isso, muitas vezes, é necessário a mensuração da frequência cardíaca, temperatura corporal, lactato e parâmetros hemogasométricos e eletrolíticos (SILVA, 2006; ROBERT, 2010).

Na atividade física ocorre alteração da homeostasia do organismo, como a mobilização das reservas energéticas, modificação da homeostasia cardiovascular e o desequilíbrio dos fluídos corporais. Frente às adversidades orgânicas decorrentes do exercício físico o organismo se adapta visando melhorar o desempenho atlético, sendo estes, o aumento na concentração dos tampões plasmáticos, a resistência na variação do pH, melhor eficiência no transporte dos gases respiratórios (CASTRO, 2011)

A hemogasometria é um exame realizado através de uma amostra sanguínea, arterial ou venosa, sendo a arterial responsável pela avaliação da função respiratória e metabólica do paciente e a venosa está relacionada somente com a avaliação metabólica. Nos equinos a coleta de sangue arterial deve ser realizada nas artérias carótida e facial transversa em animais em estação (SPEIRS, 1999). Esse exame, por sua vez, nos permite avaliar e compreender o equilíbrio ácido-básico e hidroeletrolíticos de um paciente, sendo considerado exame padrão ouro no diagnóstico de distúrbios metabólicos importantes (LINDNER, 2006; GOMES, 2013).

A mensuração da hemogasometria fornece dados sobre os gases presentes no sangue, sendo esses o pH, pressões parciais de oxigênio (pO_2), dióxido de carbono (pCO_2) e a concentração de bicarbonato (HCO_3^-), em que contribui para identificar e classificar os distúrbios ácidos básicos, visto que só os achados físicos não são bons indicadores. (DIBARTOLA, 2007).

2.5- Parâmetros eletrocardiográficos de relevância na fisiologia do exercício

O eletrocardiograma (ECG) tem sido usado na avaliação da performance atlética, no acompanhamento do treinamento físico e seus excessos, e na identificação de distúrbios cardíacos, sendo associado a um exame físico criterioso (DINIZ et al., 2008; MARR e BOWEN, 2010). É um exame pouco oneroso, não invasivo e de fácil execução, que fornece informações quanto à frequência e ritmo cardíaco (ALBERNAZ et al., 2011). De acordo com Fregin, 1985, o ECG foi reconhecido como um dos mais importantes meios de diagnóstico para avaliar os distúrbios na gênese e propagação do impulso cardíaco, por ser o mais preciso método à nossa disposição para documentar a arritmia cardíaca e anormalidades de condução.

Segundo ILLERA et al. (1987) e FERNANDES et al. (2004), os padrões dos parâmetros eletrocardiográficos são de acordo com a espécie e com a raça, em decorrência da morfologia e da aptidão física de cada animal. Alguns estudos já foram realizados com animais no repouso, visando estabelecer essas diferenças raciais, dentre os quais destacam-se pesquisas feitas em equinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) (FERNANDES et al., 2004), Mangalarga Marchador (DINIZ et al., 2008), Crioulo (SCHADE et al., 2014) e mestiços usados em partidas de polo (BELLO et al., 2012), ressaltando que somente os dois últimos utilizaram animais atletas.

Segundo YOUNG et al. (2003), o ECG no repouso tem validade limitada, pois distúrbios no ritmo cardíaco levando a queda de performance raramente manifestam-se durante o repouso, além do fato de algumas arritmias tenderem a aparecer no período de recuperação pós-atividade física, em decorrência das rápidas mudanças do controle, por isso o exame tornou-se uma ferramenta relevante para avaliação de indivíduos submetidos à atividades físicas.

3. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da cavalgada ecológica em relevo montanhoso sobre parâmetros fisiológicos clínicos, eletrocardiográficos e laboratoriais (hemograma, bioquímicos e hemogasometria) em equinos da raça Fjord Norueguês, clinicamente hígidos, alocados na região serrana do estado do Espírito Santo.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

O artigo científico foi confeccionado seguindo as Instruções aos Autores estabelecidas pela revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

AVALIAÇÃO CLÍNICA, LABORATORIAL, HEMOGASOMÉTRICA E ELETROCARDIOGRÁFICA DE CAVALOS DA RAÇA FJORD NORUEGUÊS APÓS CAVALGADA ECOLÓGICA EM CONDIÇÕES TROPICAIS

Carvalho, Renan S.; Picolli-Rangel, Julia P.; Conti, Laura M.C.; Portella, Isadora C.; Castiglioni, Sabrina; Parente-Silva, Thais A.; Mathias, Carlos Henrique T.; Avanza, Marcel F.B; Monteiro, Betânia S.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo verificar se a prática do exercício de cavalgada ecológica em relevo montanhoso, exerce alguma alteração sobre os valores clínicos, laboratoriais (hemograma, bioquímico e hemogasometria) e eletrocardiográficos em equinos da raça Fjord Norueguês, clinicamente hígidos. Foram utilizados nove animais, sendo 7 machos e 2 fêmeas, de idade aproximada 13 (\pm 8) anos, pesando aproximadamente 440 (\pm 58) kg, oriundos da criação extensiva em um haras em Pedra Azul, Espírito Santo. Foi encontrada diferença significativa ($p \leq 0,05$) para frequência respiratória (FR) entre os tempos basal (T0) e T1, sendo a FR em T1, imediatamente após o exercício, maior que a FR no repouso (Basal). Na avaliação das enzimas musculares, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH) não foram observadas diferenças significativas entre os tempos, sendo possível considerar que os animais de ambos os grupos possuíam condicionamento físico semelhante. Foi observada diferença significativa para lactato entre o momento basal e T1, sendo a concentração sérica de lactato no T1 foi maior que a concentração obtida no repouso (Basal), respectivamente 1,28 mmol/L (mín 0,71 – máx 1,69) e 0,80 mmol/L (mín 0,59 – máx 1,16). Observou-se também valores significativos para gama glutamiltransferase (GGT) no momento T1 ($148,1 \pm 60,6$)

quando comparados ao basal ($82,7 \pm 33,2$). Como relação aos dados hemogasométricos, foi possível observar aumento significativo do HCO_3 e do EB na avaliação pós exercício (T1), porém sem hipocloremia associada. Houve também um aumento significativo nos valores de pCO_2 no T1 quando comparados ao basal. Os dados de eletrocardiograma (ECG), demonstraram que 100% dos animais apresentaram ritmo sinusal com a onda P positiva em todos os traçados, e os parâmetros avaliados não diferiram estatisticamente entre os tempos. Apesar de algumas variáveis diferirem estatisticamente entre T0 e T1, os valores encontrados estiveram dentro dos limites fisiológicos para a espécie, o que permite inferir que a cavalgada ecológica realizada por cavalos da raça Fjord Norueguês, em Pedra Azul, é um exercício de intensidade leve, e que esses equinos estão condicionados ao tipo de atividade a que foram submetidos.

Palavras-chave: agroturismo, cavalo, fisiologia do exercício, hemogasometria.

ABSTRACT

This study objective was to verify if the ecologic horseback riding exercise on a mountainous relief causes any changes on the clinical, laboratorial (complete blood count, blood serum test and hemogasometry) and electrocardiographic parameters of clinically healthy Norwegian Fjord horses. Nine animals were used for this study, 7 males and 2 females, that were approximately $13 (\pm 8)$ years old, weighing around $440 (\pm 58)$ kg, from extensive breeding at a stud farm in Pedra Azul, Espírito Santo. A significant difference ($p \leq 0,05$) was found between the respiratory rates (RR) at the basal timing (T0) and T1, being the RR at T1, immediately after the exercise, greater than the RR at rest (T0). When it comes to muscle enzymes, creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST) and lactate dehydrogenase (LDH), there were no major differences between T0 and T1, making it possible to consider that the animals from both groups had similar physical conditioning. There was a significant difference between the lactate level at rest (T0) and T1, being the lactate serum concentration at T1 higher than the concentration at rest (T0), respectively $1,28 \text{ mmol/L}$ (min $0,71$ – max $1,69$) and $0,80 \text{ mmol/L}$ (min $0,59$ – max $1,16$). A considerable difference was also observed when comparing the concentration of gamma glutamyltransferase (GGT) at T1 ($148,1 \pm 60,6$) and at rest ($82,7 \pm 33,2$). Regarding to the hemogasometry rates, it was possible to notice a significant increase of the HCO_3 and BE on the post-exercise

(T1) evaluation. However, there wasn't an associated hypochloremia. The pCO₂ rates at T1 had had a considerable increase when compared to T0 as well. The electrocardiogram (ECG) data show that 100% of the animals presented a sinus rhythm with a positive P wave at all tracings, and the parameters that were evaluated didn't differ statistically between T0 and T1. In spite of some variables differing statistically between T0 and T1, the found rates were within the physiological limits for the species, which leads us to conclude that the ecologic horseback riding done by the Norwegian Fjord horses, in Pedra Azul, is a low intensity exercise, and that these animals are conditioned to the type of activity that they were submitted.

Keyword: agritourism, horse, exercise physiology, hemogasometry.

INTRODUÇÃO

A fisiologia do exercício estuda as respostas fisiológicas, bioquímicas e eletrocardiográficas de humanos e animais durante e após o exercício. A partir de 1960, vários estudos envolvendo mensurações de variáveis clínicas e laboratoriais em equinos submetidos a diferentes modalidades físicas passaram a ser ferramenta fundamental para avaliação de intensidade de treinamento e condicionamento destes animais (EVANS, 2000).

Durante o exercício ocorre aumento das exigências metabólicas musculares, desencadeando uma série de reações necessárias para possibilitar o aumento do fluxo de oxigênio para os tecidos, concomitante remoção do gás carbônico e aumento da disponibilidade de ATP para as células musculares (HODGSON e ROSE, 1994). Dessa forma, a avaliação de alguns parâmetros durante o treinamento pode direcionar a intensidade e o tipo de esforço apropriado à capacidade atlética de cada animal e pode-se analisar as variações destes parâmetros metabólicos, hematológicos, bioquímicos e fisiológicos frente a diferentes intensidades de exercício além de traçar a tendência de tais parâmetros para um grupo de animais (SANTOS e GONZÁLES, 2006).

Dentre estes parâmetros destaca-se a determinação dos parâmetros vitais frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), que são amplamente utilizados na avaliação física dos animais. A FC serve como forma indireta de mensuração da capacidade e função cardiovascular do animal (MARLIN e

NANKERVIS, 2002). Já TR é influenciada pela conversão da energia em calor; no exercício, cerca de 80% da energia química é convertida em calor (MAUGHAN et al., 2000).

Outro parâmetro importante na fisiologia do exercício é a mensuração do lactato. A concentração sérica de lactato é uma variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo (COUROUCÉ, 1998) e está relacionada à intensidade do exercício, possibilitando avaliar o sistema de produção energética mais utilizado (DESMECHT et al., 1996).

Os valores séricos de creatina quinase (CK), a aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) também são considerados variáveis utilizadas para a detecção de injúria muscular após o exercício. Alteração na permeabilidade das células musculares tem relação direta com aumento plasmático dessas enzimas, sendo que aumentos discretos dessas enzimas após exercício não estão associados a lesão muscular. O efeito do esforço físico na atividade plasmática dessas enzimas depende do nível de condicionamento físico, intensidade e duração do exercício (THOMASSIAN et al., 2007; TEIXEIRA-NETO et al., 2008; ZOBBA et al., 2011).

Uma raça pouco estudada sob condições tropicais e sob atividade física são os equinos da raça Fjord Norueguês. Esses animais são considerados os mais antigos e de maior pureza racial existente e, em 2003, foram introduzidos no Brasil, pela empresa Pedra Azul Ecologia e Turismo, localizada na região serrana do Espírito Santo, para serem utilizados em atividades agroecológicas, como cavalgadas turísticas em trilhas de longa, pequena e intermediária duração e em ações relacionadas às lavouras de café, como por exemplo, transporte de cargas (EDWARDS, 2016).

Sabe-se que no Brasil, o complexo do agronegócio cavalo configura-se como uma potência econômica tanto para o mercado interno como para as exportações e, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016), a atividade movimenta anualmente cerca de R\$ 16,15 bilhões e gera 610 mil empregos diretos e 2.430 mil empregos indiretos. Nesse contexto, a presença desses Fjords e a sua utilização no lazer e transporte de cargas assumem uma importância tanto na manutenção da atividade econômica do agroturismo para o estado espírito-santense quanto por zelar pela qualidade de vida desses animais.

Em consulta realizada na base de periódicos, foi constatado uma escassez de informação científica, tanto quanto ao tipo de exercício realizado por esses animais e quanto a raça sobretudo quando submetida à atividades em condições tropicais, o objetivo desse trabalho foi verificar se a prática do exercício a cavalgada ecológica em relevo montanhoso, exerce alguma alteração sobre os valores laboratoriais, clínicos e eletrocardiográficos desses equinos clinicamente hígidos.

MATERIAL E MÉTODOS

A propriedade

O experimento foi conduzido na propriedade Fjordland – Pedra Azul, localizada no município de Domingos Martins, Espírito Santo, Brasil (latitude 20°23'44" sul, longitude 41°01'48" oeste e altitude de 1200m acima do mar).

Todas as etapas experimentais foram realizadas no mês de Julho de 2018, com temperatura diária média de 18°C, num período de alta temporada da região onde os animais eram utilizados diariamente em cavalgadas ecológicas pela região, percorrendo 1,6km de distancia a cada percurso realizado, numa relevo montanhoso atingindo 1270m de altitude acima do nível do mar.

Animais

A utilização dos animais para este estudo foi avaliada e aprovada pelo comitê de ética no uso animal da Universidade Vila Velha (CEUA-UVV-ES), sob protocolo número 430-2017.

Foram utilizados nove equinos da raça Fjord Norueguês, sendo 7 machos e 2 fêmeas, de idade aproximada 13 (\pm 8) anos , pesando aproximadamente 440 (\pm 58) kg, considerados clinicamente hígidos, mediante exame clínico (exame físico e hemograma), oriundos da criação extensiva em um haras em Pedra Azul, Espírito Santo.

Todos os animais foram submetidos ao mesmo tipo de manejo alimentar e sanitário. A alimentação era feita com feno de coast-cross (*Cynodon dactylon* x *Cynodon nlemfluentis*) ad libitum e ração comercial, com 12 % de proteína bruta, a 1% do peso corporal, oferecidos duas vezes ao dia. A água e sal mineral foram fornecidos ad libitum. Os animais haviam sido vermifugados anteriormente à execução da pesquisa, e todos apresentaram exame coproparasitológicos negativos. Todos os equinos

selecionados encontravam-se no mesmo nível de condicionamento atlético e executavam tal atividade há pelo menos um ano.

Na propriedade foi definido um local para a realização das avaliações, no qual os animais foram ambientalizados minimizando o fator estresse durante mensurações e possíveis interferências deste sobre os parâmetros analisados.

Coleta das amostras

Para o presente estudo, os animais foram posicionados num tronco de conteção, ambientalizados e submetidos à aferições dos parâmetros físicos, coletas de sangue e avaliações eletrocardiográficas coleta das amostras, num momento considerado basal (T0 – antes do início da cavalgada).

Após essa coleta, os equinos foram submetidos a cavalgada ecológica, de duração de 25 minutos, na velocidade ao passo, por um percurso de 1,6km. Assim que finalizavam o percurso, uma nova coleta de amostras foi realizada, perfazendo o momento T1 de avaliação (momento imediatamente após a cavalgada).

Realizou-se a aferição da FC (batimentos por minuto - bpm), FR (movimentos por minuto - mpm) por meio de estetoscópio, da TR (°C) utilizando-se termômetro digital. As amostras de sangue foram obtidas, após antissepsia local, por meio de venopunção da jugular com agulhas descartáveis (25 mm x 0,8 mm), utilizando-se sistema a pressão negativa, em tubos de plástico contendo anticoagulante EDTA (variáveis hematológicas) e sem anticoagulante (variáveis bioquímicas) com capacidade de 4 mL cada.

Para determinação das variáveis hematológicas: eritrócitos (Erit), hemoglobina (Hb), volume globular (VG) e leucócitos totais (Leuc) foi utilizado o analisador hematológico (BC-2800Vet, Auto hematology analyzer, Mindray).

A obtenção dos valores de fibrinogênio foi realizada a técnica de precipitação térmica descrita por Schalm (1970). Para a determinação da proteína plasmática total (Pt), as amostras foram centrifugadas para a obtenção do plasma e posteriormente analisadas por meio de refratometria manual.

Para determinação das variáveis bioquímicas foram determinadas em cada amostra as concentrações séricas de lactato, uréia, creatinina, AST, CK, FA, GGT, LDH, glicose, triglicerídeos, colesterol, proteína, albumina e cloro (método de

espectrofotômetro – Bio200, BIOPLUS). O valor de globulinas foi calculado pela diferença entre albumina e proteínas totais. As concentrações de sódio, potássio foram determinadas pelo método de fotometria de chamas (FC-200, CELM).

As amostras para realização do exame hemogasométrico foram colhidas através de punção da artéria facial transversa, com uma seringa de 1 ml, descartável, preenchida com heparina sódica. Imediatamente após a coleta, as amostras de sangue foram depositadas nos cartuchos EG7+ (Abbott Labo) e imediatamente após foi realizado a hemogasometria utilizando um analisador de gases sanguíneos portátil (i-STAT System, Abbott Laboratories). Os parâmetros mensurados pelo cartucho de hemogasometria foram pH, pressão parcial de oxigênio (pO_2), pressão parcial de dióxido de carbono (pCO_2), dióxido de carbono total (tCO_2), saturação de oxigênio (sO_2), bicarbonato (HCO_3), excesso/deficit de bases (EB), hematócrito (VG), hemoglobina (Hb), potássio (K), sódio (Na) e o cálcio ionizado (iCa).

Cada indivíduo foi submetido também a duas avaliações eletrocardiográficas em diferentes momentos. A primeira avaliação foi realizada em repouso, momento antes de iniciar a atividade física (T0 – basal) e a segunda avaliação ocorreu em até cinco minutos após o término da cavalgada (T1). Essas mensurações eletrocardiográficas foram realizadas em ambiente silencioso e atribuído ao manejo dos equinos, que foram contidos sem sedação, em tronco disponível. Os animais mantiveram-se em posição quadrupedal, com os membros paralelos entre si e perpendiculares ao eixo do corpo. O estudo computadorizado foi realizado com auxílio de aparelho eletrocardiográfico ECGPC-TEB[®] sendo captadas derivações simultâneas bipolares (DI, DII, DIII) e unipolares (avR, avL, avF) durante uma monitoração de três minutos, em sensibilidade N e velocidade de 25mm/s.

Análise estatística

A normalidade na distribuição dos dados foi observada por meio do teste de Kolmogorov Simirnov e Shapiro-Wilk e para todas as avaliações foi considerada diferença significativa quando $p < 0,05$ e os dados foram avaliados utilizando o programa Graphpad Prism 7.0[®].

Para correlação dos dados eletrocardiográficos e foi realizado o teste correlação de Spearman quando a distribuição foi não paramétrica e realizou-se correlação de

Pearson's e regressão linear para dados com distribuição paramétrica. Realizou-se também análise descritiva para avaliações qualitativas.

Para as demais variáveis (hematológicas, hemogasométricas, bioquímicas e parâmetros clínicos) quando consideradas paramétricas, foram submetidas à teste T-pareado para comparação entre os momentos T0 e T1.

RESULTADOS

Todos os cavalos completaram todo o percurso sem intercorrências, em um tempo médio de 25 minutos, tendo como distância total do ponto de partida até chegada 1,6 km. Durante o percurso, os animais ainda subiram uma altitude de 70 m em relação a que estavam, logo, 1270 m acima do nível do mar. A velocidade média atingida pelos animais foi de 6,0 km/h, tendo como velocidade máxima 9,0 km/h.

Os resultados dos valores de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR), com as respectivas médias, desvios-padrão, estatística calculada e valores de referência estão expressos na Tabela 1. Destaca-se que apenas na variável FR observou-se diferença estatística entre os tempos.

Os resultados dos valores de lactato, uréia, creatinina, aspartate aminotransferase (AST), creatina quinase (CK), fosfatase alcalina (FA), gama glutamiltransferase (GGT), lactate desidrogenase (LDH), glicose, triglicerídeos, colesterol, proteína, albumina, globulina, sódio, potássio e cloro, com as respectivas médias, desvios-padrão, estatística calculada e valores de referência estão expressos na Tabela 2. Para essas variáveis supracitadas, observou-se diferenças estatísticas entre os tempos de observação apenas para lactato e GGT.

Os resultados dos valores de eritrócitos, hemoglobina, volume globular (VG), leucócitos e fribrinogênio, com as respectivas médias, desvios-padrão, estatística calculada e valores de referência estão expressos na Tabela 3.

Os resultados dos valores de pH, pCO₂, pO₂, DB, HCO₃, Na, K, Cl, sO₂, iCa, com as respectivas médias, desvios-padrão, estatística calculada e valores de referência estão expressos na Tabela 4. Foi possível observar aumento significativo no valor do EB, que por sua vez, se elevou para valores positivos, sendo considerado no pós-exercício um excesso de bases. Associado a esse aumento, o valor do HCO₃ obteve aumento de 17% no pós-exercício em relação ao momento basal.

Os resultados dos valores de duração onda P (ms), duração intervalo PR (ms), duração complexo QRS (ms), duração intervalo QT (ms), duração intervalo QTc (ms), amplitude onda P1 (mV), amplitude onda P2 (mV), amplitude onda Q (mV), amplitude onda R (mV), amplitude onda S (mV), amplitude segmento ST (mV), amplitude onda T (mV), Eixo cardíaco médio (°), frequência cardíaca (bpm), com as respectivas

médias, desvios-padrão, estatística calculada e valores de referência estão expressos na Tabela 5.

TABELA 1. Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão.

Parâmetro	T0	T1	Valores de Referência
Frequência cardíaca (FC)	38,6 ± 8,17	39,3 ± 6,10	28 - 40
Frequência respiratória (FR)	14,7 ± 1,92	26,0 ± 4,00*	8 - 16
Temperatura retal (TR, °C.)	37,2 ± 0,19	37,3 ± 0,25	37,5 - 38,5

* demonstra variáveis que apresentam diferença estatística entre os momentos de avaliação

TABELA 2. Parâmetros bioquímicos de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão.

Parâmetro Bioquímico	T0	T1	Valores de Referência
Lactato	0,8 ± 0,18	1,28 ± 0,29*	1,11 – 1,78
Uréia	24,4 ± 4,0	26,8 ± 4,3	20 - 50
Creatinina	1,2 ± 0,09	1,2 ± 0,19	1,2-1,9
AST	592,2 ± 96,5	622,5 ± 102,4	0 – 500
CK	106,1 ± 52,87	125,0 ± 32,43	0 – 270
FA	195 ± 53,3	205,8 ± 56,5	143 - 395
GGT	82,7 ± 33,2	148,1 ± 60,6 *	0 - 35
LDH	665,3 ± 96,2	676,9 ± 109,8	0 – 770
Glicose	82 ± 6,7	73,7 ± 9,6*	75 – 115
Triglicerídeos	56,33 ± 18,31	54,78 ± 10,81	0 – 60
Colesterol	94,56 ± 11,40	92,84 ± 16,44	75 – 150
Proteína	6,856 ± 0,75	7,078 ± 0,44	5,2 – 7,9
Albumina	2,789 ± 0,21	2,789 ± 0,20	2,6 – 3,3
Globulina	4,067 ± 0,34	4,289 ± 0,82	2,6 – 4,0
Sódio	137,2 ± 6,46	139,0 ± 13,22	132 - 149
Potássio	4,622 ± 0,38	4,733 ± 0,36	2,4 – 4,7
Cloro	99,067 ± 8,04	105,678 ± 7,92	95 - 105

* demonstra variáveis que apresentam diferença estatística entre os momentos de avaliação

TABELA 3. Parâmetros hematológicos de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão.

Parâmetros	T0	T1	Valores de Referência
Eritrócitos	4,62± 0,47	4,70 ± 0,47	6,8 - 12,9
Hemoglobina	8,76 ± 0,67	8,96 ± 0,48	11-19
VG	25,74 ± 1,20	25,74± 1,17	32 - 53
Leucócitos	5500,0 ± 913,78	5722,2 ± 1054,49	5.400 - 14.300
Fibrinogênio	255,5 ± 133,33	355,5 ± 133,33	100 - 400

TABELA 4. Parâmetros hemogasométrico de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão.

Parâmetro	T0	T1	Valores de Referência
pH	7,38 ± 0,03	7,41 ± 0,02	7,35–7,48
pCO ₂ (mmHg)	37,2 ± 3,6	40,9 ± 3,5*	35–45
pO ₂ (mmHg)	78 ± 6,9	74 ± 8,0	80 100
DB (mmol/L)	- 2,1 ± 4,3	2,5 ± 1,9*	
HCO ₃ (mmol/L)	23 ± 3,7	27 ± 2,2*	20 - 28
Na (mmol/L)	134,6 ± 1,7	134,6 ± 3,0	132-146
K (mmol/L)	3,5 ± 0,42	3,8 ± 0,15	2,7-4,7
Cl (mmol/L)	99 ± 8	105,7 ± 8	99-109
sO ₂ (%)	95 ± 1,3	94 ± 2	95-100
iCa (mmol/L)	1,14 ± 0,24	1,13 ± 0,23	1,04 -1,49

* demonstra variáveis que apresentam diferença estatística entre os momentos de avaliação

TABELA 5. Parâmetros eletrocardiográfico de equinos da raça Fjord usados em caminhada ecológica em repouso (T0) e após a atividade (T1). Estão apresentadas as médias seguidas pelo respectivo desvio-padrão.

Mensurações	T0	T1
Duração onda P (ms)	96,33 ± 21,75	94,00 ± 22,99
Duração intervalo PR (ms)	243,8 ± 39,16	246,3 ± 37,49
Duração complexo QRS (ms)	124,0 ± 17,85	111,9 ± 14,79
Duração intervalo QT (ms)	521,6 ± 31,49	495,3 ± 22,25*
Duração intervalo QTc (ms)	414,6 ± 35,31	399,9 ± 33,57
Amplitude onda P1 (mV)	0,1075 ± 0,02428	0,0782 ± 0,01662
Amplitude onda P2 (mV)	0,1684 ± 0,02944	0,1562 ± 0,03011
Amplitude onda Q (mV)	0,1850 ± 0,1471	0,1692 ± 0,1615
Amplitude onda R (mV)	0,2248 ± 0,1303	0,2282 ± 0,1827
Amplitude onda S (mV)	0,007778 ± 0,02050	0,005222 ± 0,01567
Amplitude segmento ST (mV)	-0,03211 ± 0,04461	0,0008889 ± 0,05094
Amplitude onda T (mV)	0,1055 ± 0,3486	0,1950 ± 0,0
Eixo cardíaco médio (°)	12,56 ± 112,2	23,78 ± 97,16
Frequência cardíaca (bpm)	38,56 ± 8,293	39,33 ± 6,103

* demonstra variáveis que apresentam diferença estatística entre os momentos de avaliação

DISCUSSÃO

Para o presente estudo utilizou-se a avaliação apenas em dois períodos, momento basal, chamado de T0, imediatamente antes da execução do exercício e momento T1, imediatamente após o término da atividade, diferindo de outros autores que realizavam avaliações sequenciais durante longos períodos longos no pós-exercício (AUTORES). O motivo dessa metodologia é que desde o início do projeto desejou-se verificar apenas a influência da cavalgada sobre os Fjords Noruegues em condições tropicais no relevo montanhoso e compreender as alterações nessa raça, para a qual verifica-se poucas referências técnicas.

Os valores observados para FC nos dois momentos de avaliação estão dentro da normalidade para equinos em repouso (POOLE e ERICKSON, 2008), que pode variar entre 30 a 40 bpm. A mínima variação da FC no momento T1 em relação ao momento T0 pode estar relacionada a velocidade da atividade imposta aos animais. De acordo com Marlin e Nankervis (2002), a FC aumenta linearmente em relação à velocidade até se atingir um pico máximo de FC, que pode variar entre os 204 e os 241 bpm para a maioria dos cavalos. Esses mesmos autores relatam que a FC não constitui o parâmetro mais fidedigno na avaliação de exercício de baixa a moderada intensidade, principalmente durante exercícios a passo e a trote, nos quais a FC geralmente não supera os 60% do seu valor máximo e o seu aumento é resultante do stress e excitação, que não se encontra relacionado com o nível de exercício praticado no momento.

O presente trabalho encontrou diferença significativa ($p \leq 0,05$) da FR entre os tempos, basal e T1, sendo a FR em T1, imediatamente após o exercício, maior que a FR no repouso (Basal), respectivamente 26 mpm e 14,7 mpm, corroborando com outros trabalhos onde foram usados equinos de diferentes raças em diversas modalidades esportivas. (EVANS, 2000; GERARD et al. 2002; MARLIN e NANKERVIS, 2002; AINSWORTH, 2004).

O aumento observado da FR, após o exercício é perfeitamente justificado pelo fato de que, no organismo, à medida que aumentam as necessidades energéticas e de oxigênio durante o exercício, o sistema respiratório responde aumentando sua frequência, de forma a disponibilizar maior volume sanguíneo oxigenado ao tecido muscular e maior aporte energético, corresponder às exigências aumentadas de

trocas gasosas e ajudar na dissipação do calor (AINSWORTH, 2004; LINDNER e BOFFI, 2006).

Em repouso, os cavalos apresentam uma FR média de 12 mpm, podendo atingir 120 mpm durante o exercício intenso (HOLCOMBE e DUCHARME, 2004), corroborando em parte com o trabalho apresentado, onde a FR em repouso ficou próximo dos valores descritos na literatura, porém se difere dos valores no momento após o trabalho realizado, pois o exercício imposto aos equinos do presente trabalho foi considerado de baixa intensidade.

Em relação aos resultados da TR, não se observou diferença significativa ($p \leq 0,05$) nos momentos basal e T1 (Tabela 1). Os valores da TR registrados neste estudo discordam com os descritos por Lopes et al. (2009) e Gomes et al. (2015), os quais também observaram aumento significativo ($p \leq 0,05$) da TR após o exercício em cavalos da raça Quarto de Milha, submetidos à prova de vaquejada.

Em relação à concentração sérica de lactato, houve diferença significativa entre o momento basal (T0) e T1, pois em T1, imediatamente após o exercício, essa concentração foi maior que a concentração obtida no repouso (Basal), respectivamente 1,28 mmol/L (mín 0,71 – máx 1,69) e 0,80 mmol/L (mín 0,59 – máx 1,16). A elevação na concentração sérica de lactato após atividade física é esperada, pois todas as fontes de energia são ativadas (MCGOWAN, 2008) e a determinação das concentrações de lactato após o exercício permite determinar o nível de esforço físico ao qual os animais foram submetidos, bem como determinar o preparo dos referidos animais para realizar o exercício imposto (GOMIDE et al., 2006).

O Limiar de lactato (LL) ou limiar aeróbico (LA) refere-se ao ponto onde, com o incremento da intensidade do exercício, o lactato começa a se acumular, pelo aumento no metabolismo anaeróbico (COUROUCÉ, 1998). Mader et al. (1976) determinaram um LL de 4mmol/L para humanos, sendo chamado de V4 e definido como a velocidade onde a concentração de lactato atinge 4mmol/L, o que significava que, quanto maior a V4, maior a capacidade aeróbica do indivíduo. Nos anos 80, esse limiar passou a ser adotado para o uso em equinos (SNOW, 1987). Sendo assim, considerando o LL de 4mmol/l e com os valores obtidos imediatamente após o exercício, neste trabalho, ficando abaixo deste limiar, seria possível considerar que houve predominância do metabolismo aeróbico e que, conseqüentemente, o exercício imposto foi de intensidade baixa a moderada.

Da mesma forma, Soares et al. (2014), relatou valores para o LL entre $0,74 \pm 0,33$ mmol/L e $1,69 \pm 0,93$ mmol/L, com média de $0,84 \pm 0,20$ mmol/L. Tais valores estão próximos aos encontrados imediatamente após o exercício no presente trabalho ($0,71$ mmol/L- $1,69$ mmol/L) o que permite determinar que houve metabolismo aeróbico e, portanto, o exercício imposto foi de baixa a moderada intensidade.

Na avaliação bioquímica, houve diferença significativa entre T0 (repouso) e T1 (após o exercício) para determinação de glicose, havendo um decréscimo nos valores. Esse mesmo tipo de variação foi também relatada por Oosterbaan et al. (1991), que estudaram equinos de provas de enduro de 80, 80 e 100km respectivamente, o que, possivelmente, confirma a utilização desse metabólito como fonte energética.

A variação plasmática de glicose encontrada no presente trabalho discorda com McKeever (2002) e McGowan (2008) que afirmaram que o aumento da glicose é uma resposta comum ao estresse e constitui uma fonte extra de energia que possibilita ao animal superar os distúrbios causados pelo agente estressor. Vai de encontro também com Trilk et al. (2002) e Teixeira-Neto et al. (2007), que constataram que a glicose aumenta geralmente com todas as formas de exercício e que isso ocorre por causa da estimulação da gliconeogênese hepática, entretanto, esses mesmos autores citam que o exercício prolongado, as concentrações de glicose diminuirão em função da depleção do glicogênio hepático, corroborando com nossos dados.

Na avaliação das concentrações séricas de CK, AST e LDH não foram observadas diferenças significativas entre os tempos, sendo possível considerar que os animais de ambos os grupos possuíam condicionamento físico semelhante. Porém considerando os valores de referência para equinos atletas para AST (150-400 U/L), CK (100-300 U/L) e LDH (<250 U/L) (MCGOWAN e HODGSON, 2014), a única enzima que se manteve dentro dos valores de normalidade foi CK. Isso difere dos achados de Balarin et al. (2005) e Caiado et al. (2011) que registraram aumento significativo de CK sérica e justificaram essa elevação no pós-exercício pelo aumento da permeabilidade do sarcolema, com influência do tipo de exercício e treinamento (CÂMARA-SILVA et al. 2007).

Segundo Thomassian et al. (2007), aumentos de menor magnitude ou a não interferência nos valores de CK, seriam resultados esperados após atividade física em equinos bem condicionados. Isso é reforçado pelo fato de que a CK é uma enzima de mais rápida liberação na circulação. Ademais o pico de liberação de CK acontece 4-6

horas após o exercício ou lesão com retorno aos níveis normais com 24-36 horas. Sendo assim, as pequenas alterações celulares, resultado do esforço físico imposto, não teriam sido suficientes para promover a liberação dessa enzima no plasma.

Em relação ao AST, foi possível observar valores acima da normalidade para espécie (MCGOWAN e HODGSON, 2014) com aumento acentuado entre os tempos, semelhante ao descrito também por Câmara-Silva et al. (2007) e Tateo et al. (2008). Segundo esses autores, o aumento nas concentrações séricas da referida enzima ocorre também em consequência do aumento da permeabilidade do sarcolema gerada pela atividade física associada ao processo fisiológico de transferência de fluido do espaço intravascular para o espaço extravascular. Seu pico de liberação acontece após 24 horas da execução da atividade física, podendo manter-se elevada por 5 dias ou até algumas semanas (THOMASSIAN et al. 2007). Podendo ser explicado pela rotina diária de cavalgadas que os animais são impostos.

De outra forma, foi possível observar que o valor da atividade enzimática da enzima LDH (Tabela 1) no momento basal foi de $665,3 \pm 96,2$ UI/L, apresentando assim discrepância com valores encontrados por Toledo et al. (2001) de 167- 190,9 UI/L, para cavalos PSI em repouso. Porém, de acordo com Thomassian et al. (2007), valores mais elevados de LDH, como verificado, poderiam estar relacionados ao grupo de animais utilizados e suas respectivas características, interferindo na atividade das enzimas musculares. Portanto, além das diferenças entre os tipos raciais e o tipo de exercício que desempenham, considerou-se que a enzima em questão sofre uma maior variação de valores por ser a menos específica das três estudadas.

Os marcadores usados na avaliação da função renal, uréia e creatinina, se mantiveram dentro dos parâmetros normais da espécie (MCGOWAN e HODGSON, 2014) e sem diferença significativa. Todavia, a uréia teve um leve aumento no momento T1 quando comparado ao momento basal (T0) e a creatinina se manteve com valores idênticos nos dois momentos. O aumento da concentração de uréia e creatinina poderiam sugerir uma diminuição da taxa de filtração glomerular e/ou de fatores pré renais, tais como a hemoconcentração. Além disso, as elevações das concentrações desses parâmetros podem estar relacionadas, também, a uma diminuição de suas excreções (SNOW et al., 1982). Snow et al. (1982) também não encontraram variações nos valores de uréia nos equinos praticantes de enduro. A possibilidade de que a uréia continua sendo filtrada pelos rins durante o enduro e é

excretada pelo suor, o que superaria os efeitos da hemoconcentração e permitindo que não ocorram alterações de seus níveis.

Outros autores demonstraram que a excreção de creatinina pela urina diminuiu significativamente em cavalos durante provas de enduro, no entanto, é provável que o fator que mais contribua para a elevação dos níveis de creatinina plasmática é o aumento da utilização de fosfocreatina pelo trabalho muscular (SNOW et al., 1982). As concentrações médias de fosfatase alcalina (FA) não variaram significativamente entre os momentos basal e T1, ficando dentro dos valores de normalidade (MCGOWAN e HODGSON, 2014). Williamson *et al.* (1996) relataram aumento significativo de fosfatase alcalina após um período de exercício de enduro. Possivelmente a diferença encontrada no presente trabalho seja resultante da diferença de intensidade do exercício quando comparado ao trabalho citado.

Observa-se o aumento significativo da enzima GGT no momento T1. McGowan (2008) e Haddad et al. (2009) afirmam que o aumento extremo dos valores séricos dessa enzima indicam uma pobre performance, demonstrando cavalos não adaptados ao exercício, o que podem indicar o aumento exacerbado encontrado nesse estudo. Hadley et al. (1990) relataram o uso de corticoides em equinos atletas antes do início da prova de enduro a fim de diminuir as injúrias musculares e consequente aumento no desempenho do animal e que essa prática pode elevar os níveis séricos de GGT, não podendo associar o aumento de GGT do presente trabalho ao uso desse medicamento pois não há histórico do seu uso.

Os valores de concentrações séricas de proteínas totais e albumina podem fornecer o grau de hidratação do animal (MACGOWAN, 2008). Estudos envolvendo exercícios em cavalos tem demonstrado aumento das proteínas plasmáticas e/ou albumina, indicando o grau de desidratação (SARA et al., 2012), corroborando com o presente estudo, onde apesar de não haver diferença significativa nos valores de proteínas quando comparados entre os tempos, houve um aumento nos valores de proteína sérica no momento T1.

Observa-se que o aumento de proteínas totais foi nortado pelo aumento concomitante de globulinas, e como albumina manteve-se semelhante nos dois momentos, postula ter ocorrido aumento de proteínas de fase aguda devido a processos de lesões musculares, assim como encontrado por Miranda et al. (2009) e Fazio et al. (2010).

Analisando se a concentração das proteínas plasmáticas totais presentes no sangue, não foram observadas diferenças na concentração do fibrinogênio logo após o exercício, mantendo-o dentro os valores de referência para a espécie (HODGSON & ROSE, 1994). Esse dado corrobora o bom estado de saúde e condicionamento dos animais, já que variações na concentração plasmática do fibrinogênio podem contribuir de forma positiva e precoce para o diagnóstico de estados inflamatórios e infecciosos (DI FILIPPO et al., 2009a).

No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas entre os momentos para colesterol e triglicerídeos. Porém houve uma diminuição nesses valores no momento T1, imediatamente após o exercício, assim como o encontrado por Onmaz et al. (2011), quando afirmam que a diminuição dos seus valores plasmáticos em cavalos em exercício indica que o colesterol foi utilizado durante a síntese de cortisol no córtex adrenal. Valores de cortisol aumentam consideravelmente em relação ao aumento da intensidade de esforço, principalmente em provas de enduro, condicionando estresse fisiológico ao animal (TEIXEIRA-NETO et al., 2007; FERRAZ, et al., 2009).

A redução das concentrações de colesterol e dos triglicerídeos no momento T1 também pode ser atribuído ao metabolismo aeróbico durante a prova, o qual envolve a quebra completa de carboidratos e de gorduras de reserva para converter energia química em energia mecânica para o músculo. Em exercícios de baixa intensidade, o principal caminho utilizado para obtenção de energia é a oxidação de ácidos graxos não esterificados (JOSE-CUNLLERAS e HINCHCLIFF, 2003), justificando os valores presente nesse estudo com a intensidade da atividade imposta aos animais.

Na avaliação do sódio sérico não foi possível observar diferença significantes entre os momentos e que se encontravam dentro dos valores de referência para espécie de 132-146 mEq/L estipulado por Kaneko (1997). Diferentemente, Silva et al. (2009) observaram um aumento na concentração de sódio após o final do exercício submáximo. Essa elevação está possivelmente associada ao aumento da osmolalidade com perda desse elemento para o meio extracelular.

Não houve diferença estatística entre os níveis de potássio quando comparados os momentos analisados nesse estudo e se encontravam dentro dos valores de referência para espécie de 2,4 - 4,7 mEq/L estipulado por Kaneko (1997). Art e Lekeux (2005) afirmaram que a concentração do potássio estaria diretamente relacionada

com a intensidade do exercício. Quanto maior a intensidade, maior o número de fibras musculares liberando potássio para o meio extracelular, o que pode justificar a ausência de variação importante desse eletrólito já que os animais do presente trabalho eram expostos a exercício de intensidade leve a moderada.

Durante todo o experimento, os equinos apresentaram valores normais de cloreto para espécie, 95 - 105 mEq/L, estipulado por Kaneko (1997) e sem diferença estatística. Porém é possível notar um aumento no momento T1, logo após o exercício, discordando de Corrêa et al. (2010) que notaram uma diminuição na média do cloro após exercício em animais que receberam a suplementação de vitamina E e selênio o que pode ter contribuído para diminuição da perda corporal de cloro e conseqüentemente atenuar o cansaço aparente dos equinos.

Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Piccione et al. (2007) relataram significativo aumento da concentração sérica de cloreto após a atividade física e atribuindo ao deslocamento de cloreto para o interior das células musculares e de eritrócitos. Desse modo, o aumento da quantidade de eritrócitos decorrente do exercício influencia o teor sérico de cloreto, porém discorda quanto comparados ao tipo de exercício, pois trabalharam com intensidade máxima e o presente trabalho com intensidade leve a moderada.

Os parâmetros hematológicos (eritrócitos, hemoglobina e volume globular) verificados nesse estudo ficaram abaixo dos valores de normalidade em equinos em repouso estabelecidos por Schalm (1979) e McGowan e Hodgson (2014) em diferentes tipos de exercício e raças. Animais da raça Fjord são ainda pouco estudados e não existem valores de referência para raça podendo os valores apresentados nesse estudo serem considerados normais.

Mesmo havendo essa diferença quando comparados com outros autores, foi observado um discreto aumento no número de eritrócitos no momento T1, porém sem diferença estatística. O aumento dessa variável após o exercício, pode ser atribuído à liberação de catecolaminas e conseqüente contração esplênica ocorrida em resposta ao exercício, que tem o objetivo principal de manter as concentrações adequadas de oxigênio nos tecidos, principalmente muscular, diante do exercício de alta intensidade, gerando aumento na capacidade aeróbica do animal, resultando em melhor desempenho atlético (MCGOWAN, 2008; MUÑOZ et al., 1998).

Alterações nessas variáveis após o exercício também podem ser relacionadas à hemoconcentração, por troca transitória de fluidos intercompartimentais ou pela perda de líquidos através da sudorese (SNOW et al., 1982). Entretanto, é mais comum a ocorrência de hemoconcentração em exercícios de longa duração, como em provas de enduro, onde a sudorese ocorre por mais tempo e pode se tornar intensa (SATUÉ et al., 2012).

Apesar de ter sido observado o aumento no número de eritrócitos, o VG permaneceu quase que intacto no momento após o exercício. No presente estudo, isso ocorreu possivelmente porque a intensidade do exercício imposto apesar de ter sido capaz de estimular a contração esplênica não foi capaz de gerar grande perda de fluidos por meio de suor o que conseqüentemente manteve o volume vascular corroborando com Santos e Gonzáles (2006), que salientaram que a elevação do volume globular pode se dar por perda de água do compartimento extravascular ou por troca transitória de fluidos entre o compartimento extra e intravascular principalmente durante o exercício intenso, diferente do tipo de exercício imposto aos animais desse trabalho.

Não houve diferença estatística entre os momentos, basal e T1, para os valores de hemoglobina. Porém foi observado um leve aumento no momento T1, após o exercício. Aumento da concentração de hemoglobina após o exercício foi relatado por Ferraz et al. (2009). No presente estudo, isto também ocorreu, possivelmente, com o intuito de aumentar a capacidade de oxigenação do sangue como resposta fisiológica ao exercício.

Diferentemente do relatado por Rose *et al.* (1980), o número de leucócitos não variou significativamente no presente trabalho. Foi observado apenas um ligeiro aumento logo após o exercício no momento T1. O exercício provoca aumento transitório da concentração plasmática de catecolaminas, ACTH e cortisol em resposta ao estímulo do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. As catecolaminas promovem mobilização de eritrócitos e linfócitos provenientes do baço, enquanto o ACTH e o cortisol estimulam a produção de neutrófilos e migração de granulócitos para os tecidos (PICCIONE *et al.*, 2007). Entretanto, este efeito é transitório com duração máxima de 30 minutos (LASSEN e SWARDSON, 1995).

No presente estudo, foi possível observar aumento significativo do bicarbonato (HCO_3) e do excesso de base (EB) pós-exercício (Tabela 4), porém sem hipocloremia

associada. O aumento em relação ao basal do HCO_3^- e EB permaneceu dentro dos valores de referência e, por sua vez, não foi suficiente para promover alcalemia. Divergindo do presente estudo, Di Filippo et al. (2009b) que observaram aumento significativo do pH entre o pré e o pós-exercício em equinos da raça árabe utilizados em provas de enduro, caracterizando uma situação de alcalemia. Associado com o aumento do pH, também foi observado aumento do HCO_3^- e do EB e diminuição do íon cloro, caracterizando alcalose metabólica hipoclorêmica. A alcalose metabólica hipoclorêmica é uma complicação clínica importante na síndrome da exaustão apresentada por equinos submetidos a exercício de enduro, além de ser frequentemente observada em casos de rabdomiólise exercicional (JOHNSON, 1995).

A regulação do equilíbrio ácido-base está intimamente vinculada ao balanço de fluidos e eletrólitos, em que os rins possuem função significativa na manutenção da concentração fisiológica de muitos eletrólitos plasmáticos. Dentre estes eletrólitos, destacam-se o sódio, o potássio, o cálcio e o cloreto (ROSE et al., 1980). Durante todo o período experimental os valores de íons sódio e potássio juntamente com o cálcio ionizável permaneceram quase que inalterados, o que, segundo SCHOTT e HINCHLIFF (1993), é um achado comum em equinos submetidos a exercícios de baixa intensidade e com pouca sudorese.

Não se observou diferença significativa para o cloreto (Cl) no exercício de cavalgada, pois os esforços realizados pelos animais neste experimento não foram capazes de causar grandes modificações na dinâmica desse íon. Diferentemente com o que acontece em relação ao exercício de intensidade máxima, onde o comportamento do cloreto é imprevisível, tendo sido registradas elevações (Carlson, 1995) ou diminuições (Taylor et al., 1995) em sua concentração. Neste estudo, notou-se apenas elevação numérica desse íon após o término do exercício (T1).

Imediatamente após o término da cavalgada (T1), os animais apresentaram diminuição nos valores da pressão parcial de oxigênio (pO_2), cuja provável origem é a hipoventilação alveolar (DAY, 2002), isso ocorreu provavelmente em decorrência do aumento HCO_3^- , o que será discutido a diante. Diferentemente, Silva et al. (2009) trabalhando equinos da raça Árabe sob exercício de alta intensidade observaram que ao final do exercício, houve um aumento significativo nos valores da pO_2 o que pode ter origem nos estímulos físicos e químicos, como o aumento da temperatura

sanguínea, promovem a elevação da frequência respiratória e, conseqüentemente, da pO₂.

Houve um aumento significativo nos valores da pressão parcial de gás carbônico (pCO₂) basal e T1, resultante principalmente de uma resposta adaptativa secundária, onde o aumento de HCO₃ resultou no aumento compensatório de pCO₂ ou hipoventilação (DAY, 2002), sendo a resposta respiratória compensatória observada nesse trabalho suficiente para manutenção do pH. As alterações do HCO₃ durante os exercícios acompanhadas de alterações da pCO₂ foram observados no estudo de SILVA (2006), corroborando aos resultados do presente estudo.

Em relação ao eletrocardiograma, pode-se constatar que 100% dos animais apresentaram ritmo sinusal, diferentemente dos resultados de Ayala et al. (1995) em equinos da raça Andaluz, nos quais o ritmo mais frequente foi a arritmia sinusal, seguida do ritmo sinusal. A arritmia sinusal pode ser normalmente encontrada nos animais em repouso, podendo ter relação com o ciclo respiratório e assim como a bradicardia sinusal em equinos, pode também estar associada ao alto tônus vagal (FREGIN, 1992).

A onda P mostrou-se positiva em todos os traçados. A conformação da onda P em bífida ou única positiva ocorre devido à mudança do foco da atividade do marcapasso no átrio direito e pode ser considerada fisiológica em cavalos adultos em repouso (PALMA et al., 2013). Além disso, segundo Reed e Bayly (2000) e Lázaro et al., (2015), o primeiro pico da onda bífida faz referência à despolarização do terço medial e caudal do átrio direito e o segundo, faz referência à ativação do septo atrial e superficial medial do átrio esquerdo. Desta forma, ambas as apresentações encontradas nestes equinos são consideradas normais para a espécie.

As apresentações da onda T presentes neste estudo (positiva, negativa e bifásica) se portaram de forma semelhante ao descrito por Patteson (1996) em outras raças equinas, sendo, assim também consideradas dentro da normalidade para a espécie. Os dados de duração das ondas, intervalos e complexos encontram-se na tabela 5. Os valores obtidos após o treinamento não diferiram estatisticamente dos registrados antes da cavalgada. Apesar disso, foi observada uma redução numérica na duração da onda P, essa redução também foi observada após exercício de enduro (DUMONT et al., 2010) e salto (PICCIONE et al., 2003) e foi associada ao aumento da frequência cardíaca. Da mesma forma, para Negrão e Barreto (2010), o aumento de sua amplitude

foi um achado normal, com a elevação da frequência cardíaca, porém, dados diferentes foram encontrados neste estudo, onde foi observado a redução, tanto da P1 quanto da P2.

As amplitudes médias das ondas P, R, intervalo ST e onda T encontraram-se menores do que as amplitudes médias descritas por Lázaro et al., (2015) para as raças Mangalarga Marchador e Quarto de Milha. Ainda, segundo Morgan (2012), o tamanho e a conformação do tórax interferem no posicionamento do coração dentro da cavidade torácica e dessa forma, afetam no traçado eletrocardiográfico, o que pode justificar as diferenças nas amplitudes das ondas observadas entre as raças.

Entretanto, a raça do presente estudo obteve as amplitudes das ondas P, R e T em valores médios bem próximos aos valores médios descritos por Dantas et al. (2014), para a raça American Miniature Horse, o que corrobora afirmações de Edwards (2016) que considera o equino Fjord Norueguês como um pônei, podendo se assemelhar em algumas características físicas e conseqüentemente eletrocardiográficas com os equinos da raça American Miniature Horse.

Apesar dessa aproximação entre os valores das amplitudes, os equinos do presente estudo apresentaram valores de durações da onda P, intervalo PR, complexo QRS e intervalo QT maiores do que os valores descritos para a raça American Miniature Horse e também maiores do que os valores descritos para as raças Mangalarga Marchador e Quarto de Milha. As diferenças das mensurações eletrocardiográficas observadas no presente estudo em relação as outras raças já relatadas, corroboram Lima (2011) que descreveu ser comum observar variações nos valores médios das ondas e complexos QRS no ECG devido a variações no tamanho das raças, justificando mais ainda a necessidade da realização de padronização eletrocardiográfica racial.

Houve uma redução numérica dos valores do intervalo QT (Tabela 5), que coincidiu com o achado de autores que avaliaram diferentes formas de exercício, como o enduro (DUMONT et al., 2010), o exercício em esteira rolante de alta performance (YONEZAWA et al., 2009) e provas de salto (PICCIONE et al. 2003). Segundo Swenson e Reece (1996) a redução ocorre por que para permitir rápidas frequências cardíacas, a condução átrio-ventricular acelera, reduzindo o intervalo PR e a duração do potencial de ação e o período refratário diminui, provocando o encurtamento do intervalo QT.

Apesar de não apresentar significância estatística, a duração do intervalo QT corrigido pela frequência cardíaca (QTc) resultou em diminuição entre os momentos avaliados (Tabela 5). Piccione et al. (2003) encontraram resultados diferentes para cavalos após provas de salto, afirmando que esta variação provavelmente foi causada por um aumento no tônus neurovegetativo. Já Dumont et al. (2011) que também encontraram aumento significativo deste índice em cavalos após uma competição de enduro, sugeriram que os animais sofreram fadiga cardíaca leve, e voltaram a normalidade após o repouso.

CONCLUSÕES

Apesar de algumas variáveis diferirem estatisticamente entre T0 e T1, os valores encontrados estiveram dentro dos limites fisiológicos para a espécie, o que permite inferir que a cavalgada ecológica realizada por cavalos da raça Fjord Norueguês, em Pedra Azul, é um exercício de intensidade leve, e que esses equinos estão condicionados ao tipo de atividade a que foram submetidos.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. Equine sports medicine and surgery. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.
- ART, T.; LEKEUX, P. Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. *Livest. Prod. Scie.*, v. 92, p.101-111, 2005.
- AYALA, I.; MONTES, A.; BERNAL, L. J. et al. Eletrocardiographic values in Spanish-bred horses of different ages. *Australian Veterinary Journal*, v. 72, n. 6, p. 225-226, 1995.
- BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA A. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gamaglutamiltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Semina de Ciências Agrárias, Londrina*, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.
- CAIADO, J. C. C.; PISSINATE, G. L.; SOUZA, V. R. C. et al. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos

da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. *Pesq. Vet. Bras.* 31(5):452-458, 2011.

CARLSON, G. P. Interrelationships between fluid, electrolyte and acid-base balance during maximal exercise. *Equine Veterinary Journal*, v.18, p. 261-265, 1995.

CORRÊA, K. S.; MATTOSO, C. R. S.; DA SILVA, C. F. G. K. T. et al. Enzimas musculares e eletrólitos em eqüinos submetidos a esforço físico prolongado, suplementados com acetato de tocoferol e selênio. *Veterinária e Zootecnia*, v. 17, n. 1, p. 85-93, 2010.

COUROUCÉ, A. Endurance and sprint training. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE, 1998, Cordoba, Espanha. *Anais The Netherlands: Wageningen Pers*, 272p. p.190-202, 1998.

DANTAS, G. N.; LOURENÇO, M. L. G.; SANTAROSA, B. P. Métodos eletrocardiográficos em eqüinos American Miniature Horse. *Ciência Rural*. V.45 n.5 2015.

DAY, T. K. Blood gas analysis. *Vet. Clin. N. Am. Small Anim. Pract.*, v.32, p.1031-1048, 2002.

DESMECHT, D. et al. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. *Veterinary Research Communications*, v.20, n.4, p.371-379, 1996.

DI FILIPPO, P. A.; GOMIDE, L. M. W.; OROZCO, C. A. G. et al. Alterações hemogasométricas e eletrolíticas de cavalos da raça árabe durante prova de enduro de 60 km. *Ciência Animal Brasileira*. v. 10, n. 3, p. 840-846, jul./set. 2009b.

DI FILIPPO, P. A.; SANTANA, Á. E.; REZENDE, L. G. Estudo comparativo entre as técnicas de schalm e de clauss na determinação da concentração plasmática do fibrinogênio em eqüinos hígidos e com cólica. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 4, p. 1231-1236, 2009a.

DUMONT, C. B. S.; LEITE, C. R.; MORAES, J. M. et al. Parâmetros eletrocardiográficos de eqüinos Puro Sangue Árabe submetidos a exercício prolongado de enduro. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.9, p.1966-1973, set, 2010.

EDWARDS, E. W. *The Horse Encyclopedia*, DK, 2016.

EVANS, D. L. Training and fitness in athletic horses. Sydney: University of Sydney. Department of Animal Science, p.71. 2000.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; LACERDA NETO, J. C.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. Respostas ao exercício de intensidade crescente em equinos: alterações na glicose, insulina e lactato. *Ciência Animal Brasileira (UFG)*, v.10, p.1334-1340, 2009.

FREGIN G.F. 1992. Medical evaluation of the cardiovascular system. *Vet. Clin. North Am., Equine Pract.* 8:329-346.

GERARD, M. P.; HODGSON, D. R.; LAMBERTH, R. R. et al. Effects of somatotropin and training on indices of exercise capacity in Standardbreds. *Equine Veterinary Journal*, v. 34, p. 496-501, 2002.

GOMES, A. G. Análise hemogasométrica do sangue venoso equino pré e pós exercício. 2013. 41f. Dissertação (Mestrado) - Programa de pós graduação em ciência medicina animal: eqüinos. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre.

GOMES, N. M. A.; GOTTARDI, F. P.; LOPES, F. S.; Adaptações fisiológicas de equinos durante torneio de vaquejada. *Enciclopédia biosfera. Centro Científico Conhecer – Goiânia.* 11(21): 36p. 2015.

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; SAMPAIO, R.C.L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; NETO, J.C.L. Concentrações sangüíneas de lactato em eqüinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação, *Ciência Rural*, v.36, n.2, 2006.

HADDAD, M. A.; SOUZA, M. V.; HINCAPIE, J. J. Comportamento de componentes bioquímicos do sangue em equinos submetidos à ozonioterapia. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.3, p.539-546, 2009.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. *The athletic horse Philadelphia: Saunders*,1994. p.145-179.

HOLCOMBE; DUCHARME. (2004). Upper airway function of normal horses during exercise. In HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS A. J.; GEOR, R. J. *Equine Sports Medicine and Surgery - Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete (1st ed., pp. 541–558)*. London, UK: Saunders Elsevier.

- JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.*, v.11, p.491-514, 1995.
- JOSE-CUNILLERAS, E.; HINCHCLIFF, K. W. Carbohydrate metabolism in exercising horses. *Equine and Comparative Exercise Physiology*, Cambridge, v. 1, n. 1, p. 23-32, 2003.
- KANEKO, J. J. Carbohydrate metabolism and its diseases. 1997. In: J. J. Kaneko (Ed.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals. (5th Ed.)*. Academic Press, San Diego, CA.
- LASSEN, D. E.; SWARDSON, C. J. Hematology and hemostasis in the horse: normal functions and common abnormalities. *Clin Pathol*, v.11, n.3, p.351-389, 1995.
- LAZARO, M. A.; CONTI, L. M. C.; OLIVEIRA, Á. P. L. et al. Estudo comparativo da eletrocardiografia convencional e computadorizada em equinos das raças Quarto de Milha e Mangalarga Marchador. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* [online]. vol.67, n.4, pp.1025-1032. 2015.
- LIMA, M. B.; TAFAREL, M.; GUAITOLINI, C. R. R. et al. Eletrocardiografia em equinos do Espírito Santo, Brasil. *Ciência Rural*, 2011.
- MITTEN, L. A. Cardiovascular causes of exercise intolerance. *Vet. Clin. N. Am.: Equine Pract.*, v.12, p.473-494. 1996.
- LINDNER, A. E; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. *Fisiología del ejercicio equino*. Buenos Aires: InterMédica., 2006. p.146-153.
- LOPES, K. R. F.; BATISTA, J. S.; DIAS, R. V. C. et al. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. *Ciência Animal Brasileira*, v. 10, n. 2, p. 538-543, 2009.
- MADER, A.; LIESEN, H.; HECK, H. et al. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt Sportmed.* 4:80. 1976,
- MARLIN, D.; NANKERVIS, K. Indicators of performance. In: MARLIN, D.; NANKERVIS, K. *Equine exercise physiology*. Great Britain: Blackwell, 2002. p.245-260.
- MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. *Bioquímica do exercício e do treinamento*. São Paulo: Manole, 2000. p. 239.

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

MCGOWAN, C. M.; HODGSON, D. R. Hematology and Biochemistry. In: HODGSON, D. R.; MCKEEVER, K.; MCGOWAN, C. *The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine*. 2nd ed. St Louis, Missouri: Elsevier, Saunders, 2014. Cap.5, p.56-68.

MCKEEVER K.H. The endocrine system and the challenge of exercise. *Vet. Clin. North Am., Equine Pract.* 18(2):321-353. 2002.

MIRANDA, R. L.; MUNDIM, A. V.; SAQUY, A. C. S. et al. Biochemical serum profile of equines subjected to team penning. *Comparative Clinical Pathology*, London, v.18, n. 3, p. 313-319, 2009.

MORGAN, R. Practical equine electrocardiography. *Companion Anim.*, v.17, p.10-13, 2012.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; et al. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. *Research in Veterinary Science*, v. 66, p. 25- 31, 1998.

NEGRÃO, C.E.; BARRETO, A. C. P. 2010. *Cardiologia do Exercício: do Atleta ao Cardiopata*. 3rd ed. Manole, São Paulo. 725p.

ONMAZ, A. C.; VAN DEN HOVEN, R.; GUNES, V. et al. Oxidative stress in horses after a 12-hours transport period. *Revue de Médecine Vétérinaire* 162:213-217. 2011.

OOSTERBAAN, M. M. S. O.; WENSING, T.; BARNEVELD, A. et al. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 km endurance ride. *Vet Rec*, v.128, n.8, p.175-179, 1991.

PALMA, J. M.; CANIELLO, N. T.; SOUSA, T. C. et al. Avaliação eletrocardiográfica em potros quarto de milha de diferentes idades. *Biosci. J.*, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 174-178, 2013.

PATTESON, M. W. 1996. *Equine Cardiology*. Blackwell Science, Oxford. 254p.

- PICCIONE, G.; ASSENZA, A.; FAZIO, F. et al. Electrocardiographic changes induced by physical exercise in the jumper horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55(4):397-404. 2003.
- PICCIONE, G.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F.; et al. Haematological response to different work load in jumper horses. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, v.10, n.4, p.21-28, 2007.
- POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. 2008. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In K.W. Hinchcliff, R.J. Geor & A.J. Kaneps, *Equine Exercise Philosophy: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. (pp. 212- 245). Saunders Elsevier. Philadelphia.
- REED, S. M.; BAYLY, W. M. *Medicina interna eqüina*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p. 864-865.
- ROSE, R. J.; ARNOLD, K. S.; CHURCH, S. Plasma and sweat electrolyte concentrations in the horse during long distance exercise. *Equine Veterinary Journal*, Newmarket, v. 12, n.1, p. 19-22, 1980.
- SANTOS V. P.; GONZÁLES F. H. D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. *Acta Scientiae Veterinarie*, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.
- SANTOS V. P.; GONZÁLES F. H. D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. *Acta Scientiae Veterinarie*, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.
- SARA, J. M.; ALENKA, N. S.; PETRA, Z. et al. Plasma malondialdehyde, biochemical and haematological parameters in standardbred horses during a selected field exercise test. *Acta Veterinaria*, Beograd, v. 62, n. 1, p. 53-65, 2012.
- SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MINOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile. In: LAWRIE, C. *Hematology Science and Practice*. Croacia: Intech, 2012. p. 573-596.
- SCHALM, O. W.; JAIN, N. C.; CARROLL, W. J. *Veterinary hematology*, Lea & Febiger. 807p. 1975. 3 rd ed. Philadelphia.

SCHOTT, H. C.; HINCHCLIFF, K. W. Fluids, electrolytes, and bicarbonate. *Veterinary Clinics of North America Equine Practice*, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 577-604, 1993.

SILVA, M. A. G. et al. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, v. 61, n. 5, p. 1021-1027, 2009.

SILVA, M. A. G. Hemogasometria e variáveis do sangue venoso de eqüinos submetidos a exercício em esteira e a campo. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Clínica Médica Veterinária) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP.

SNOW, D. H. Assessment of fitness in the horse. *Vet. Clin. N. Am., Equine Pract.* 9:26-30. 1987.

SNOW, D. H., KERR, M. G., NIMMO, M. A., et al. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. *Vet Rec*, v.110, n.16, p.377-384, 1982.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. 1996. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 11th ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 946

TATEO, A.; VALLE, E.; PADALINO, B. et al. Change in some physiologic variables induced by Italian Traditional Conditioning in Standardbred Yearling. *J. Eq. Vet. Sci.* 28(12):743- 750.2008.

TAYLOR, L. E.; FERRANTE, P. L.; KRONFELD, D. S. et al. AcidBase variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high-fat diet. *Journal of Animal Science*, v.73, p.2009-2018, 1995.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F., et al. 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*, v.44, p.183-190, 2007.

THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F., et al. 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*, v.44, p.183-190, 2007.

TRILK, J. L.; LINDNER, A. J.; GREENE, H. M.; ALBERGHINA, D.; WICKLER, S. J. A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance. *Equine Veterinary Journal*, New Market, v. 34, Suppl, p. 122-125, 2002.

WILLIAMSON, L. H. et al. Biochemical changes in three-dayevent horses at the beginning, middle and end of Phase C and after Phase D. *Equine Veterinary Journal*, Supl.22, p.92- 98, 1996.

YONEZAWA, L. A. et al. Efeito da suplementação com vitamina E sobre os metabolismos oxidativo e cardíaco em equinos submetidos a exercício de alta intensidade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 1, p. 71-79, 2015.

ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S.; et al. Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in Polo horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, Wildomar, v. 31, n. 9, p. 524-548. 2011.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSWORTH, D. M. Lower arway function: responses to exercises and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. Equine sports medicine and surgery. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 28, p.599-612.
- ALBERNAZ, M. R.; DIAS, P. M. D.; PAULINO JUNIOR, D. et al Respostas eletrocardiográficas de equinos ao treinamento com base na curva velocidade-lactato determinada em esteira rolante. *Ciência Animal Brasileira*, 12(1), 163 - 171. (2011).
- ANDREWS, D. A.; REAGAN, W. J.; DENICOLA, D. B. Plasma fibrinogen en recognizing inflammatory disease. *Compendium on Continuing Education for the Veterinary Practitioners* 16:1349-1356. 1994.
- BABUSCI, M.; LÓPEZ, E. F. 2007. Sistema cardiovascular, p.61-85. In: Boffi F.M. (Ed.), *Fisiologia del Ejercicio Equino*. Inter-Médica, Buenos Aires.
- BALARIN, M. R. S.; LOPES, R. S.; KOHAYAGAWA A. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gamaglutamiltransferase e lactato desidrogenase em eqüinos puro sangue inglês submetidos a exercícios de diferentes intensidades. *Semina de Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.
- BELLO, C. A. O.; DUMONT, C. B. S.; SOUZA, T. C. et al. Avaliação eletrocardiográfica de equinos após exercício de polo (baixo handicap) *Pesquisa Veterinária Brasileira* 32(Supl.1):47-52, 2012.
- BJØRNSTAD, G.; GUNBY, E.; RØED, K. H. Genetic structure of Norwegian horse breeds. *J. Anim. Breed. Genet.* V.117. p.307-317. 2000.
- BJØRNSTAD, G.; NILSEN, N. Ø.; RØED, K. H. Genetic relationship between Mongolian and Norwegian horses? *Anim Genet.* V.34(1). P.55-8. 2003.
- BOTTEON, P. T. L. Lactato na Medicina Veterinária - Atualização conceitual. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária* , v. 34, p. 283-287, 2012.
- CAIADO, J. C. C.; PISSINATE, G. L.; SOUZA, V. R. C. et al. Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. *Pesq. Vet. Bras.* 31(5):452-458, 2011.
- CÂMARA e SILVA, I. A.; DIAS, R. V. C.; SOTO-BLANCO, B. Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, v.59, p.250-252, 2007.
- CARDINET, G. H. Skeletal muscle function. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical Biochemistry of domestic animals*. 5th ed. London: Academic Press, 1997. p.407-440.

- CARVALHO FILHO, W. P.; FONSECA, L. A.; FIGUEIRÓ, G. Resposta da frequência cardíaca do cavalo na prova de três tambores. *Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 10, n. 1, p. 90-90, 2012.
- CLAYTON, H. M. *Conditioning Sport Horses*. Mason: SPORT HORSE PUBLICATIONS, 242p. 1991.
- DAVIS, T. Z.; STEGELMEIER, B. L.; LEE, S. T. Experimental rayless goldenrod (*Isocoma pluriflora*) toxicosis in horses. *Hall b Toxicon*, v. 73, p. 88–95, 2013.
- EDWARDS, E. W. *The Horse Encyclopedia*, DK, 2016.
- EVANS, D. L. *Training and fitness in athletic horses*. Sydney: University of Sydney. Department of Animal Science, p.71. 2000.
- FERNANDES, W. R.; LARSSON, M. H. M. A.; ALVES, A. L. G.; et al. Características eletrocardiográficas em equinos clinicamente normais da raça Puro Sangue Inglês. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 56, n.2, p. 143-149. 2004.
- FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; PEREIRA, M. C.; et al. A. Influência do treinamento aeróbio sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 62, n. 1, p. 23-29, 2009.
- FRANCISCATO, C.; LOPES, S. T. A.; VEIGA, Â. P. M.; MARTINS, D. B.; EMANUELLI, M. P.; OLIVEIRA, L. S. S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.10, p.1561-1565, 2006.
- GONZALES, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado-RS, Brasil. Anais... Gramado-RS: SBMV e SOVERGS, p. 5-17, 2002.
- GONZÁLES, F. H. D.; SILVA, S. C. *Introdução à bioquímica clínica veterinária*. 198p 2003. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- GROTTO, H. Z. W. O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. *Revista brasileira de hematologia e hemoterapia*. *Revista brasileira de hematologia e hemoterapia*, v. 31, n. 3, p. 178-182, 2009.
- HARRIS, P.A.; HARRIS, R.C. Nutritional ergogenic aids in the horse – uses and abuses. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE, 1998, Cordoba, Espanha. Anais... The Netherlands: Wageningen Pers, 1998. 272p. p.203-218.
- ILLERA, J. C.; ILLERA, M. Electrocardiography and heart score of horses competing in an endurance ride. *Australian Veterinary Journal* 64: 88-89. 1987.
- JOHNSON, P. J. Physiology of body fluids in the horse. *Vet Clin North Am Equine Pract*, Philadelphia, v.14, p.1-22, 1998.

- JONES, E. W. Scientific training. *Journal of Equine Veterinary Science*, Wildomar, v. 25, n. 7, p. 320-321, 2005.
- KANEKO, J. J. Carbohydrate metabolism and its diseases. 1997. In: J. J. Kaneko (Ed.) *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. (5th Ed.). Academic Press, San Diego, CA.
- KOHN, C. W.; HINCHCLIFF, K. W.; McKEEVER, K. H. Evaluation of washing with cold water to facilitate heat dissipation in horses exercised in hot, humid conditions. *Am. J. Vet. Res.*, Schaumburg, v.60, n.3, p.299-305, 1999.
- KRUMRYCH, W. Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. *Bull Vet Inst Pulawy* 50, 391-396, 2006.
- LEHNINGER, A. L. NELSON, D. L.; COX, M. M. *Princípios de bioquímica de Lehninger*. 5. ed. São Paulo: Sarvier, 2013. 1273 p.
- LINDNER, A. E; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio. In: BOFFI, F.M. *Fisiología del ejercicio equino*. Buenos Aires: InterMédica., 2006. p.146-153.
- LINDNER, A.; SIGNORINI, R; BRERO, L.; ARN, E.; et al. Effect of conditioning horses with short intervals at high speed on biochemical variables in blood. *Equine Veterinary Journal*. 2006; 36: 88-92.
- LÖFSTEDT, J.; COLLATOS, C. Creatinekinase and aspartate aminotransferase concentrations. *The Veterinary Clinics of North American- Equine Practice*, Philadelphia, v. 13, p. 145-68, 1997.
- MACLEAY, J. M. Diseases of the musculoskeletal system. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M.; SELLON, D.C. *Equine internal medicine*. 2.ed. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier, 2004. Cap.9 , p. 469-492.
- MARR, C. M.; BOWEN, I. M. 2010. *Cardiology of the Horse*. 294p 2nd ed. Saunders, London.
- McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: *The Athletic Horse*. 9. ed. Philadelphia: Saunders, 1994. p. 181-202.
- McCUTCHEON, L. J.; GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. In: OÇANHA T. H. *Avaliação desportiva do cavalo de salto (monografia)*. Rio de Janeiro (RJ): Escola de equitação do Exército; 2011.
- MIRANDA, R. L.; MUNDIM, A. V.; SAQUY, A. C. S. et al. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de Team Penning. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 31(1):81-86, 2011.
- NUNES MARTINS, E. A.; RIBAS, J. A. S.; GERMINARO, A. Serum concentrations of urea, creatinin, sodium, potassium and calcium of the Pantaneiro and Arabian equine submitted to prolonged lowintensity exercise in Mato Grosso State (cavalcade) – Brazil. *R. bras. Ci. Vet.*, v. 11, n. 1/2, p. 32-36, 2004.
- OLIVEIRA, C. A. A.; AZEVEDO, J. F.; MIRANDA, A. C. T; SOUZA, B. G. Hematological and blood gas parameters response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. *Journal of Equine Veterinary Science*, v. 34, p. 1279–1285, 2014.

- OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A; et al. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. *Medicine and Science in Sports Exercise*, Hagerstown, v. 36, n. 5, p. 821-829, 2004.
- PALUDO, G. R.; MCMANUS, C.; MELO, R. Q.; CARDOSO, A. G.; MELLO, F. P. S.; MOREIRA, M.; FUCK, B. H. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do Exército Brasileiro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, p. 1130-1142, 2002.
- PEREIRA NETO, E. 2011. Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício. 2012, 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Centro Universitário Vila Velha, Universidade de Vila Velha.
- PICCIONE, G.; ASSENZA, A.; FAZIO, F. et al. Electrocardiographic changes induced by physical exercise in the jumper horse. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55(4):397-404. 2003.
- POOLE, D. C.; ERICKSON, H. H. 2008. Cardiovascular function and oxygen transport: responses to exercise and training. In K.W. Hinchcliff, R.J. Geor & A.J. Kaneps, *Equine Exercise Philosophy: The Science of Exercise in the Athletic Horse*. (pp. 212- 245). Saunders Elsevier. Philadelphia.
- RIBEIRO, C. R.; MARTINS, E. A. N.; RIBAS, J. A. S. et al. Avaliação de constituintes séricos em eqüinos e muares submetidos à prova de resistência de 76 km, no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. *Ciência Rural*, v.34, p.1081-1086, 2004.
- ROSE, R. J. *Current therapy in equine medicine*. Saunders: Philadelphia, 1992, 847p.
- SANTOS V. P.; GONZÁLES F. H. D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. *Acta Scientiae Veterinarie*, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.
- SANTOS V. P.; GONZÁLES F. H. D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. *Acta Scientiae Veterinarie*, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.
- SCHADE, J.; SCHADE, M. F. S.; FONTEQUE, J. H. Auscultatory and electrocardiographic characteristics of Crioulo horses. *Pesq. Vet. Bras.* 34(3):281-289, 2014.
- SCHOTT, H. C. O sistema urinário. In: REED, S.M.; BAYLY, W.M. *Medicina interna equina*. 2000. p.701-702. Philadelphia: Saunders.
- SILVA, M. A. G. Hemogasometria e variáveis do sangue venoso de eqüinos submetidos a exercício em esteira e a campo. 2006. 65 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária – Clínica Médica Veterinária) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP.
- SNOW, D. H.; VALBERG, S. J. Muscle Anatomy, Physiology and Adaptations to Exercise and Training. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. *The athletic horse* Philadelphia: Saunders, 1994. p.145-179

- THOMASSIAN, A.; CARVALHO, F., et al. 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*, v.44, p.183-190, 2007.
- VALBERG, S. J. 2008. Skeletal muscle function, p.459-484. In: Kaneko J.J., Harvey J.W. & Bruss M.L. (Eds), *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Academic Press, London.
- WANDERLEY, E. K.; MANSO FILHO, H. C.; MANSO, H. E. C. C.; et al. Metabolic changes in four-beat gaited horses after field marcha simulation. *Equine Veterinary Journal*, v.42, n.38, p.105-109, 2010.
- YOUNG, L. Equine athletes, the equine athlete's heart and racing success. *Experimental Physiology*, v. 5, n. 88, p.659-663, 2003.
- ZOBBA, R.; ARDU, M.; NICCOLINI, S.; et al. Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in Polo horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, Wildomar, v. 31, n. 9, p. 524-548. 2011.