



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

FLÁVIA DE SOUZA E SILVA

**ELETRÓLITOS E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM
EQUINOS SUBMETIDOS AO TESTE PADRÃO DE SIMULAÇÃO
DE MARCHA**

RECIFE

2012

FLÁVIA DE SOUZA E SILVA

**ELETRÓLITOS E BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM
EQUINOS SUBMETIDOS AO TESTE PADRÃO DE SIMULAÇÃO
DE MARCHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciência Veterinária da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Medicina
Veterinária.

Orientador:

Prof. Dr. Hélio Cordeiro Manso Filho.

Co-orientadores

Prof^ª. Dra Helena Emília Cavalcanti

da Costa Cordeiro Manso.

Prof. Dr. José Mário Girão Abreu.

RECIFE

2012

Ficha Catalográfica

S586e Silva, Flávia de Souza e
Eletrólitos e biomarcadores sanguíneos em equinos
submetidos ao teste padrão de simulação de marcha / Flávia
de Souza e Silva. – Recife, 2012.
65 f. : il.

Orientador: Hélio Cordeiro Manso Filho..
Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Medicina Veterinária, Recife, 2012.
Inclui referências e apêndice.

1. Exercício do cavalo 2. Biomarcadores 3. Eletrólitos
4. Atleta I. Manso Filho, Hélio Cordeiro, orientador II. Título

CDD 636.089

Dedico aos meus filhos, Maria Eduarda e João Pedro.

AGRADECIMENTOS

Ao meu Orientador Prof. Dr. Hélio Cordeiro Manso Filho, pela orientação, oportunidade, compreensão, amizade e paciência.

Aos co-orientadores Prof^ª. Dr^ª. Helena Emília Cavalcanti da Costa Cordeiro Manso e Prof. Dr. José Mário Girão Abreu pela colaboração e amizade.

Ao Prof. Dr. Fernando Leandro dos Santos pela colaboração e amizade.

Ao Prof. Dr. Pierre Soares Castro por ter cedido seus equipamentos para realização de várias das nossas análises.

A Dr^ª. Stephânia Katurchi Mendes pela realização das análises, colaboração e amizade.

A IRCA Nutrição Animal e ao Sr Leonardo Petribú pela colaboração e suporte financeiro.

Aos Haras Cascatinha (Mangalarga Marchador), Recanto da Serra (Mangalarga Marchador), Santo Cristo (Campolina), Abreu (Campolina) e a Annette (Campolina), por disponibilizarem seus animais para a realização de nosso trabalho.

A todos os tratadores pela disponibilidade e presteza, com que realizaram o trabalho.

A CAPES pela bolsa concedida.

Ao BIOPA laboratório onde foram realizadas nossas análises.

Aos meus pais pelo apoio nos momentos mais difíceis.

Aos meus filhos Maria Eduarda e João Pedro e a Emanuel por entenderem a minha falta de paciência nas horas mais difíceis, e pela colaboração e apoio na realização deste trabalho.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Aos nossos queridos cavalos responsáveis por estarmos a cada dia nos aprimorando.

*“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades,
Lembrai-vos de que as grandes coisas do homem
foram conquistadas do que parecia impossível.”*

Charles Chaplin

RESUMO

O teste padrão de simulação de marcha (TSM) tem sido regularmente utilizado como método de avaliação do condicionamento físico dos cavalos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o condicionamento físico por meio dos parâmetros bioquímicos séricos que refletiram à adaptação dos cavalos marchadores durante o TSM. Foram utilizados 16 cavalos, clinicamente sadios, das raças Campolina e Mangalarga Marchador, de ambos os sexos, com idade média de seis anos e meio. Amostras de sangue foram colhidas com os animais em jejum (T0), após 10 minutos ao passo (T1), 15 minutos em marcha (T2), depois da virada, 15 minutos em marcha (T3) e após 15 minutos ao passo (T4). Foram analisados: frequência cardíaca (FC), hematócrito, [Glicose], [Lactato], [PPT], [Ca²⁺], [P⁺], [Cl⁻], [K⁺], [Na⁺], [Mg²⁺], [Triglicérides], [Colesterol Total], [Glutamina] e [Glutamato]. Os resultados foram analisados pelo ANOVA, com um e dois fatores, com P<0,05 e quando necessário o Teste de Holm-Sidak, com P<0,05. Após as análises observou-se que a velocidade média dos cavalos foi de 3,03 m/s e o grupo condicionado apresentou [Glicose] e [Lactato] superior aos não condicionados. Também se observou elevação na [PPT] e Hematócrito em T4 no TSM. Entre os eletrólitos, observou-se redução na [Ca²⁺] e elevação nas [P⁺] e [K⁺] ao longo do TSM. Houve elevação nos [Triglicerides] e a FC elevou-se significativamente durante o exercício, mas ainda assim, dentro dos limites aceitos para o exercício aeróbico. Concluindo que a marcha é um exercício aeróbico que produz alterações no metabolismo energético de modo a disponibilizar energia por longo período de exercício e causa mudanças na concentração de alguns eletrólitos no sangue.

Palavras chave: exercício, biomarcadores, eletrólitos, cavalo, atleta.

ABSTRACT

The standard four-beat gaited simulation test (TSM) had been used to evaluate four-beat gaited horses' fitness levels. The objectives of this research were evaluated adaptation of blood electrolytes and biomarkers in equine submitted to TSM. It was used 16 horses (Campolina n=8 and Mangalarga-Marchador n=8), males and females, Age ~6,6 years-old. Blood samples were collected in: fasting (T0), immediately after the warm-up (T1), after 15 (T3) and 30 (T4) min of "marcha" phase and 15 min after recovery period (T5). It was collected: heart rate (FC), [Glucose], [Lactate], [TPP], Hematocrit, [Ca²⁺], [P⁺], [Cl⁻], [K⁺], [Na⁺], [Mg²⁺], [Triglycerides], [Total Cholesterol Total], [Glutamine] e [Glutamate]. Also it was measured horses' speed and distance. Results were analysed by one- and two-way ANOVA and post hoc Holm-Sidak test, with P<0.05. Horses did TSM at ~3.03 m/s, and fit horses had higher [Glucose] and [Lactate] when compared with unfit group (P<0.05). In addition, [TPP] and Hematocrit were higher in T4. [Ca²⁺] decreased and [P⁺] and [K⁺] elevated during the TSM (P<0.05). [Triglyceride] changed significantly but not [T-Cholesterol]. Finally, HR changes but were inside the higher limit to HR for aerobic exercise. In conclusion, "marcha" or four-beat gait is a typical aerobic exercise and produce metabolic adaptation to support horse's energetic metabolism and electrolyte concentration in the blood.

Key words: exercise, biomarkers, electrolytes, horse

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores médios e desvio padrão da frequência cardíaca (bpm), hematócrito (%) durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.....	35
Tabela 2	Valores médios e desvio padrão dos biomarcadores do metabolismo dos carboidratos (glicose, em mmol/L, e lactato, em mmol/L) de cavalos marchadores, durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha	35
Tabela 3	Valores médios e desvio padrão dos biomarcadores do metabolismo dos aminoácidos (glutamina, em mmol/L, glutamato, em mmol/L, uréia, em mmol/L e creatinina, em mmol/L) e das proteínas (proteína plasmática total, em g/L) no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.....	38
Tabela 4	Valores médios e desvio padrão dos biomarcadores do metabolismo das gorduras (triglicérides, em mg/mL e colesterol total, em mg/mL) no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.....	38
Tabela 5	Valores médios e desvio padrão dos biomarcadores do metabolismo dos minerais (cálcio, em mg/dL, fósforo, em mg/dL, magnésio, em mg/dL, cloretos, em mmol/L, sódio, em mmol/L e potássio em mmol/L) no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Valores médios e desvio padrão da concentração da glicose plasmática em cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha em cavalos condicionados e não condicionados.....	36
Figura 2	Valores médios e desvio padrão da concentração do lactato plasmático em cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha em cavalos condicionados e não condicionados.....	37

LISTA DAS ABREVIATURAS

Bpm- Batimentos por minuto

Ca²⁺ - Cálcio

Cl⁻ - Cloro

CO₂- Dióxido de carbono

FC- Frequência cardíaca

GLN- Glutamina

GLU- Glutamato

GPS- Sistema de posicionamento global

H⁺ - Hidrogênio

Hb - hemoglobina

HCO₃⁻ - Bicarbonato

Ht - Hematócrito

K⁺ - Potássio

Mg²⁺ - Magnésio

M.T.A.D. – Marcha de Tríplexes Apoios Definidos.

Na⁺ - Sódio

P⁺ - Fósforo

PPT- Proteína plasmática total

SNC - Sistema nervoso central

TSM - Teste Padrão de Simulação de Marcha

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3.	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1	O CAVALO NO BRASIL.....	15
3.2	O CAVALO ATLETA.....	15
3.3	OS CAVALOS MACHADORES.....	16
3.3.1	O MANGALARGA MACHADOR.....	17
3.3.2	O CAMPOLINA.....	17
3.4	TIPOS DE MARCHA.....	17
3.4.1	MARCHA PICADA.....	17
3.4.2	MARCHA BATIDA.....	18
3.4.3	MARCHA BATIDA CLÁSSICA.....	18
3.4.4	MARCHA DE CENTRO.....	18
3.4.5	MARCHA TROTADA.....	19
3.5	ADAPTAÇÃO AO EXERCÍCIO NOS CAVALOS ATLETAS.....	19
3.5.1	ADAPTAÇÃO AO SISTEMA CARDIORRESPIRATÓRIO.....	21
3.5.1.1	HEMATÓCRITO.....	22
3.5.2	ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO DO METABOLISMO DOS CARBOIDRATOS.....	23
3.5.3	ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO DO METABOLISMO DAS PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS (PROTEÍNA PLASMÁTICA TOTAL, GLUTAMINA, GLUTAMATO, URÉIA E CREATININA).....	25
3.5.4	ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO DO METABOLISMO DAS GORDURAS (TRIGLICÉRIDES E COLESTEROL TOTAL).....	27
3.5.5	ADAPTAÇÃO AO TREINAMENTO DO METABOLISMO DOS MINERAIS E ELETRÓLITOS (CÁLCIO, FÓSFORO, MAGNÉSIO, SÓDIO, POTÁSSIO E CLORETOS).....	28
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1	ANIMAIS.....	31
4.2	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS	31
4.3	TESTE PADRÃO DE SIMULAÇÃO DE MARCHA (TSM)	31
4.4	DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, DA VELOCIDA- DE DE DESLOCAMENTO E DA DISTÂNCIA PERCORRIDA.....	32
4.5	COLHEITA DE AMOSTRAS DE SANGUE E ANÁLISES	32
4.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	33
5.	RESULTADOS.....	33

6.	DISCUSSÃO.....	40
6.1.	FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	40
6.2	HEMATÓCRITO.....	41
6.3	METABOLISMO DOS CARBOIDRATOS: GLICOSE E LACTATO....	41
6.4	METABOLISMO PROTÉICO: PPT, URÉIA E CREATININA.....	42
6.5	METABOLISMO DOS AMINOÁCIDOS: GLUTAMINA E GLUTAMATO.....	43
6.6	METABOLISMO DAS GORDURAS: TRIGLICERÍDES E COLESTEROL.....	44
6.7	METABOLISMO DOS MINERAIS E ELETRÓLITOS: FÓSFORO, POTÁSSIO, CÁLCIO, MAGNÉSIO, CLORETOS E SÓDIO.....	44
7.	CONCLUSÃO.....	47
	REFERÊNCIA.....	48
	APÊNDICE.....	60

1 Introdução

O Brasil é o maior produtor de cavalos marchadores do mundo, ultrapassando em qualidade e quantidade os Estados Unidos e os demais países da América do Sul. A população de cavalos marchadores das raças Mangalarga Marchador e Campolina somam aproximadamente 400 mil animais.

A prova de marcha é um esporte equestre bastante difundido no Brasil, se assemelha ao enduro equestre de regularidade em se tratando do tipo de exercício praticado pelo cavalo. Este esporte que é um exercício de baixa/ média intensidade e de média/longa duração tem como característica o metabolismo aeróbico, ou seja, os músculos metabolizam grande parte de sua energia utilizando o oxigênio, e as reservas de gordura corporal e compostos gliconeogênicos, como a glutamina e a alanina. A energia utilizada por esses músculos vem de diferentes fontes e entre elas temos a glicose disponível a partir das reservas de glicogênio, da gordura armazenada em diferentes tecidos e de alguns aminoácidos. Também por esse tipo de exercício ser de média a longa duração há também uma perda de eletrólitos com o suor, já que nos equinos ele tem características hipertônicas. Por outro lado, o exercício praticado por animais de corrida, provas funcionais e salto tem como característica a alta intensidade e a curta duração, sendo o metabolismo muscular do tipo anaeróbico. Neste tipo de esforço os músculos utilizam, basicamente, a energia dos carboidratos que estão armazenados na própria fibra muscular ou no fígado. Esses açúcares são fornecidos nas dietas à base de grãos.

O treinamento do cavalo atleta também deve ser discutido. Ele é fundamental tanto para os exercícios de curta duração como para os de resistência aos longos percursos. Em ambas as situações os animais devem ser preparados para obter o melhor proveito da adaptação metabólica para a competição que ele pratica com regularidade. Dentre os sistemas metabólicos que devem estar adaptados, está a regulação da concentração dos minerais no sangue. A função dos minerais e eletrólitos no organismo animal é múltipla, pois não existe praticamente nenhum processo metabólico que seja independente ou mantenha-se inalterado diante de alterações na concentração dos mesmos. Uma elevada perda de eletrólitos pode estar associada à fadiga muscular. Ainda são poucos os estudos sobre a adaptação do metabolismo dos equinos marchadores. Recentemente alguns trabalhos demonstraram a variação de metabolitos energéticos e a frequência cardíaca após um teste de marcha, mas, não há relatos sobre a

possível variação na concentração dos eletrólitos e outros biomarcadores durante a marcha. Com isso foi desenvolvido um projeto que objetivou determinar a variação dos biomarcadores associados ao metabolismo energético, protéico e de gorduras, além dos macro e micros minerais em cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

Determinar o comportamento de possíveis variações dos biomarcadores associados ao metabolismo geral e dos eletrólitos dos equinos atletas marchadores submetidos ao teste padrão de simulação de marcha (TSM).

2.2 Objetivos Específicos

1. Identificar variações de biomarcadores do metabolismo em equinos atletas marchadores submetidos ao TSM
 - A) Biomarcadores do metabolismo dos carboidratos – Glicose e Lactato;
 - B) Biomarcadores do metabolismo protéico- Proteína plasmática total (PPT);
 - C) Biomarcadores do metabolismo dos aminoácidos- Glutamina, Glutamato, uréia e creatinina;
 - D) Biomarcadores do metabolismo das gorduras – Triglicerídeos e colesterol;
 - E) Biomarcadores eletrolíticos- $[Ca^{2+}]$, $[P^+]$, $[Cl^-]$, $[K^+]$, $[Na^+]$, $[Mg^{2+}]$.

3 Revisão de Literatura

3.1 O Cavalo no Brasil

O cavalo teve sua origem nas Américas, em seguida foi extinto pela caça e muito mais tarde reintroduzido. Já no Brasil ele foi introduzido em três momentos, primeiro em 1534, na Vila de São Vicente no Rio de Janeiro; segundo em Pernambuco no ano de 1535 e depois chegaram os animais trazidos por Tomé de Souza para a Bahia em 1540. O primeiro registro de uma competição de hipismo no Brasil data de abril de 1641. A prova inicial realizada em território nacional teria sido organizada por Mauricio de Nassau, em Recife (Pernambuco), com a presença de cavaleiros holandeses, franceses e brasileiros (SOUZA LIMA et al., 2006). Nos dias de hoje, o Brasil encontra-se na condição de país emergente no que se refere aos eqüinos, nenhuma raça brasileira de cavalos se encontra no ‘padrão mundial’ de performance. Os animais utilizados por ginetes brasileiros em certames nacionais e internacionais ou são importados, ou são filhos de raças importadas. As raças brasileiras ainda não foram postas à prova nos esportes praticados no mundo; nem o valente Crioulo, nem o grande Campolina, nem o versátil Mangalarga Marchador, ou o arrojado Mangalarga Paulista, conquistaram uma posição de destaque entre as raças com prestígio mundial de funcionalidade, como é o caso de algumas raças da Europa e dos Estados Unidos (BECK, 1992).

3.2 O Cavalo atleta

O processo de domesticação do cavalo teve início há cerca de seis mil anos atrás, sendo inicialmente utilizado como fonte protéica na alimentação, posteriormente o homem descobriu outras habilidades, como produção de leite, transporte de carga e tração e em seguida a equitação. Barclay (1990) sugere que esta tenha sido descoberta pelas crianças que eram, provavelmente, as responsáveis pela ordenha das éguas.

No séc. XIX, com a modernização da agricultura, o desenvolvimento da mecanização e o melhoramento dos transportes provocaram uma procura crescente pelo cavalo. Os cavalos aumentaram de peso e tamanho, mas conservaram em geral sua aptidão para o deslocamento rápido, pois muitos deviam puxar, em grande velocidade, cargas cada vez mais pesadas. O cavalo foi empregado em diversos trabalhos, nas mais diversas condições, às vezes, muito duras. Porém, com bom trato, o cavalo provou ter boa adaptabilidade ao trabalho.

Em se tratando da história da humanidade ele esteve presente na maioria dos acontecimentos ocupando uma posição de destaque nas grandes conquistas, nas artes, na cultura, no turismo e nos esportes. (BRAGA, 2010). Nos dias de hoje, o cavalo se encontra ligado ao esporte e lazer (OLIVEIRA, 2004). O cavalo atleta participa de várias modalidades esportivas como o enduro, o hipismo, concursos de marcha, vaquejadas, adestramento, touradas, rodeios, "harness Racing" (charretes), provas de rédeas, tambor e baliza, pólo, carreiras dos hipódromos (MOREIRA, 1987). O cavalo é um corredor nato. Há registros de animais que atingiram velocidades superiores a 90 km/h em corridas de 400 metros. São animais que apresentam fibras musculares esqueléticas apropriadas para o desenvolvimento de altas velocidades. Desde que adequadamente treinado, o cavalo também pode percorrer corridas de média e longa distância e alcançar resultados fantásticos. Para encarar diferentes intensidades de esforços, velocidades e duração de exercícios, os cavalos e os veterinários, por eles responsáveis, devem aplicar técnicas básicas inspiradas na medicina esportiva humana e na fisiologia dos exercícios. Mas também deve se considerar as especificidades da fisiologia dos eqüinos e desenvolver métodos adaptados e individualizados de treinamento para cada tipo de cavalo atleta (DEMONCEAU, 2007). Como atletas que o são, devem ser tratados como tal, não podendo tratar de treinamento de alto rendimento se não estiver associado ao treinamento, nutrição, manejo sanitário e equipamentos de competição (HODGSON e ROSE, 1994).

3.3 Os Cavalos machadores

As marchas são os andamentos intermediários do cavalo marchador, executados em quatro tempos, e que substituí o trote em algumas famílias do *Equus caballus*. Na equitação, não é possível se 'ensinar' novos movimentos ao cavalo, mas apenas aprender a utilizar os movimentos naturais que o animal possui (ROONEY 1974). Entre os cavalos marchadores existe um grande número de tipos de andamentos marchados e que na antigüidade foram amplamente explorados para a montaria. No Brasil, os tipos de andamentos são classificados como marcha picada e batida. As demais classificações são variantes destes dois tipos, sendo algumas mais lateralizadas, à semelhança da picada, e outras mais diagonais, à semelhança da batida. Outras, apenas o aumento da velocidade do andamento original (nos Estados Unidos chamado de 'rack' e no Brasil conhecido por 'guinilha'). Com a evolução zootécnica, os eqüinos de raça brasileira daqui a algumas gerações poderão chegar ao patamar de marcha batida com o

padrão mundial. A atual tropa de cavalos Mangalarga Marchador garante a existência, de animais evoluídos para fazerem esse “up grading” genético da raça. No século XXI, o cavalo de marcha batida, poderá se revelar a Ferrari dos cavalos modernos, e o Brasil, o maior criador de cavalos de marcha do mundo.

3.3.1 O Mangalarga Machador

É uma das principais raças nacionais. Surgiu do cruzamento de um garanhão Alter Real, presente de D. Pedro II ao Barão de Alfenas, em Minas Gerais, com o rebanho mineiro da família Junqueira, de origem ibérica. A raça é prontamente identificada pela sua marcha em substituição ao trote. Trata-se de um andamento com momentos de tríplice apoio, muito cômodo, em contrapartida ao movimento diagonal e saltitante do trote (ABCCM, 2011).

3.3.2 O Campolina

A formação do cavalo campolina teve início em 1870 quando, Cassiano Campolina ganhou uma égua nacional de bom tipo, cruzada com um cavalo andaluz, chamada Madéia. Desta cruza nasceu Monarca. O principal objetivo de Cassiano era formar cavalos de grande porte, ágeis, resistentes e de boa aparência. Com sua marcha picada ou batida é bastante utilizado para passeios e cavalgadas, as principais competições que participam são as de morfologia e marcha (ABCCC, 2011).

3.4 Tipos de marcha

3.4.1 Marcha picada

O andamento com a perda do sincronismo no deslocamento dos bípodes laterais tem-se a chamada marcha picada. As reações são suaves, com um menor atrito lateral em relação a andadura. Bípode lateral dominante, sendo a marcha picada de boa qualidade aquela que apresenta bom equilíbrio entre os tempos de apoios diagonais e laterais. Ao contrário, será uma marcha com excesso de lateralidade, a qual gera atrito lateral. Na boa marcha picada a comodidade é bem próxima da comodidade da marcha de centro. As batidas também são escutadas igualmente espaçadas. Logo, O extremo contrário a andadura é o trote. E em uma faixa de andamento mais próximo a andadura está a marcha picada, ainda com avanço dos bípodes laterais, mas em um descompasso ou dissociação bem caracterizado. É caracterizada pelo maior tempo de deslocamento e

apoio dos pares de membros laterais, em relação aos pares de membros diagonais (ANDRADE, 2011).

3.4.2 Marcha batida

Há o avanço dos bípedes diagonais em um descompasso ou dissociação bem caracterizado. A faixa é um tanto variável, com animais mais próximos da marcha picada, e outros mais próximos do trote. Neste último caso, fica muito difícil, diferenciar uma marcha de um trote (ANDRADE, 2011).

3.4.3 Marcha batida clássica

Bípede diagonal dominante com boa dissociação, o que implica na alternância entre os deslocamentos de bípedes diagonais e laterais, intercalados por momentos de tríplexes apoios, exatamente como está definido no Padrão Racial. Deve ser ressaltado que ao contrário das marchas com excesso de diagonalidade, que necessariamente não apresentam dissociação visual dos deslocamentos, a Marcha Batida Clássica apresenta comodidade muito boa, acima da subjetividade de preferências pessoais e de aspectos inseridos na conformação, porque os atritos verticais são neutralizados pelos apoios dissociados dos cascos dos bípedes diagonais. As batidas dos cascos são escutadas aproximando-se duas a duas, mas jamais duas a duas, como ocorre nos andamentos transicionais. É caracterizada pelo maior tempo de deslocamento e apoio dos pares de membros diagonais, em relação aos pares de membros laterais. A boa dissociação é evidenciada pelo deslocamento dos pares de membros em tempos diferentes na mesma fase (ANDRADE, 2011).

3.4.4 Marcha de centro

É um andamento que fica entre a marcha picada e a batida. Não existe uma predominância de tempo nos apoios, elevações e avanços dos membros laterais ou diagonais. Os tempos de apoios diagonais são iguais, ou bem próximos, dos tempos de apoios laterais, com maior frequência e definição dos apoios tri pedais. A marcha de centro é como se fosse o andamento ao passo, porém em média velocidade. A comodidade é plena, porque todos os tipos de atritos tendem a ser neutralizados pela perfeita dissociação nos deslocamentos. As batidas dos cascos são escutadas igualmente espaçadas. É caracterizada pela distribuição equilibrada entre os tempos de apoios

duplos diagonais e duplos laterais. Para ser marcha de centro cada membro deve deslocar em fases diferentes, exatamente como ocorre no passo (ANDRADE, 2011).

3.4.5 Marcha trotada

Deslocamento simultâneo ou quase simultâneo, dos bípedes diagonais, gerando um mecanismo peculiar de sustentação e locomoção, no qual há possibilidade de ocorrer apoios monopodais, quadrupedais ou suspensão mínima (não visíveis) entre as trocas de apoios duplos diagonais. O estilo é característico, pois os deslocamentos são nitidamente elevados e flexionados, tanto dos membros anteriores como dos posteriores, com uma energia e impulsão maiores em relação às modalidades de M.T.A.D. – Marcha de Tríplices Apoios Definidos. Andamentos mais cômodos podem apresentar apoios monopodais, apoios quadrupedais, ou discretos e rápidos apoios tripedais entre as trocas de apoios duplos diagonais (ANDRADE, 2011).

3.5 Adaptação ao exercício nos cavalos atletas

O exercício físico é uma condição na qual ocorre um aumento da demanda energética do organismo visando à manutenção da atividade muscular (WILMORE e COSTILL, 2001). A principal adaptação do músculo esquelético ao treinamento físico é o aumento da capacidade de utilização de gorduras, carboidratos e cetonas. O consumo de oxigênio é semelhante em animais treinados e não treinados para o desempenho da atividade física, mas há uma menor produção de CO₂ e, por conseguinte, o quociente respiratório é menor em animais treinados. Embora diversos fatores possam afetar o quociente respiratório, o fator mais importante é a fonte de energia para a contração. A utilização de gordura rende quocientes respiratórios menores que a utilização de carboidratos. Com o treinamento, o glicogênio muscular aumenta. A maior consequência metabólica da adaptação do músculo à atividade muscular é a utilização mais lenta do glicogênio muscular e da glicose sanguínea, maior importância da oxidação de gorduras e menor produção de lactato durante o exercício de certa intensidade (SANTOS, 2002).

A energia necessária para a realização de exercício físico de alta intensidade é fornecida através da combinação das vias aeróbica e anaeróbica. Durante o exercício de baixa intensidade, o metabolismo aeróbico é o principal responsável pelo fornecimento de energia. À medida que a intensidade do exercício aumenta, o fornecimento de

energia via metabolismo anaeróbico vai se tornando progressivamente maior (SANTOS, 2006). Exercícios de baixa intensidade promovem esgotamento das reservas glicogênicas mais pronunciadas nas fibras musculares oxidativas. Em exercício de alta intensidade, a depleção de glicogênio é maior nas fibras musculares glicolíticas (SANTOS, 2006).

Nos exercícios de intensidade máxima, caracterizados por curta duração e alta intensidade, as respostas fisiológicas e bioquímicas ocorrem de forma muito rápida, ativando nos primeiros segundos diferentes sistemas orgânicos. Nessa modalidade de exercício a oxidação dos carboidratos é responsável por 50% ou mais da energia, enquanto a oxidação dos ácidos graxos é reduzida. Os depósitos de glicogênio muscular e triglicerídeos se reduzem. Durante o exercício máximo o glicogênio é a maior fonte de energia (SANTOS, 2002). O exercício praticado por animais de corrida, provas funcionais e salto tem como característica a alta intensidade e a curta duração, sendo o metabolismo muscular do tipo anaeróbico. Nesse tipo de esforço os músculos utilizam como energia os açúcares provenientes da dieta armazenados na própria fibra muscular ou no fígado.

No exercício de intensidade leve a moderada, a maior parte da energia é provida através da oxidação dos ácidos graxos. As vias aeróbicas podem oxidar tanto carboidratos quanto lipídeos (MARLIN e NANKERVIS, 2002), sendo os lipídeos utilizados em exercícios de média ou longa duração (HODGSON et al., 1985; ÉSSEN-GUSTAVSSON et al., 1989; MARLIN e NANKERVIS, 2002). A oxidação dos lipídeos aumenta em equinos à medida que aumenta a duração e a intensidade do exercício e enquanto este se mantém dentro da capacidade aeróbia (LINDHOLM et al., 1974), sendo fundamental para a manutenção do suprimento energético aos músculos durante provas de resistência (SLOETT VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1991).

Um exercício de baixa intensidade e de longa duração tem como característica o metabolismo aeróbico, ou seja, os músculos queimam energia utilizando o oxigênio do ar respirado. A energia utilizada por esses músculos vem da queima de gordura armazenada e dos ácidos graxos voláteis produzidos no intestino grosso por bactérias a partir da fermentação das fibras do capim.

A marcha pode ser caracterizada como um exercício aeróbico de moderada intensidade com velocidade média de 12 Km/h (PRATES, 2007). Tanto atletas da espécie humana (FOSS e KETEYIAN, 2000) como da equina (EVANS, 2000) sofrem

alterações físicas, neurológicas, metabólicas, cardiovasculares, endócrinas e psíquicas, relacionadas com o tipo de esforço, submáximo prolongado ou máximo de curta duração. Desta maneira, respeitando-se a individualidade inerente aos diferentes organismos, cada atleta responde ao exercício de modo diferenciado sendo que esse comportamento pode ser avaliado. A eficiência do metabolismo energético possui papel importante na determinação do potencial de cavalos atletas. (HODGSON e ROSE, 1994; EVANS, 2000).

3.5.1 Adaptação do sistema cardiorrespiratório

A frequência cardíaca (FC) de repouso é um indicador vital da saúde do cavalo. A FC considerada normal em eqüinos de raças leves (até 500 kg) é de 24 a 40 batimentos por minuto (bpm). Quando temos seis bpm acima da FC de repouso caracteriza algum tipo de estresse, podendo ser consequência de uma dura sessão de treinamento do dia anterior ou de uma lesão que ainda não se manifestou clinicamente (CRAIG e NUNAN, 1998). Ela é facilmente aferida durante o exercício e fornece um índice direto da capacidade e função cardiovasculares (HODGSON e ROSE, 1994). Segundo Evans (1994), as medidas da FC de cavalos atletas durante o exercício têm sido usadas para descrever a intensidade do trabalho, medir o condicionamento e estudar os efeitos do treinamento e de sua falta. Os fatores que limitam o rendimento de cavalos submetidos a trabalho muscular prolongado relacionam-se principalmente ao transporte de oxigênio e sua utilização pelo músculo, os quais estão relacionados com a funcionalidade cardiovascular e respiratória.

Um modo de avaliar a forma física do cavalo é por meio da FC de recuperação após exercícios onde, quanto mais rápida a sua recuperação melhor a sua condição física ao longo do treinamento (HODGSON e ROSE, 1994). Uma alta variabilidade na FC é sinal de boa adaptabilidade, já uma baixa variabilidade da FC está relacionada a um maior risco de desenvolvimento de doenças cardíacas (PUMPRLA et al , 2002).

Durante a atividade física, observa-se um aumento linear da FC, proporcional ao aumento da velocidade de exercício atingindo um valor máximo, que não se eleva, mesmo com o aumento da intensidade de trabalho, característica esta denominada de FC máxima (FC_{máx}), sendo em torno de 220 a 280 bpm em cavalos Puro Sangue Inglês (CLAYTON, 1991). Segundo Clayton (1991) e Evans (1994), a recuperação da FC é muito rápida no primeiro minuto após o fim do exercício e depois diminui gradualmente

até os valores de repouso, as condições ambientais também influem na velocidade de declínio da FC para valores basais.

3.5.1.1 Hematócrito

O exercício físico é o estímulo estressante mais fisiológico que existe, pois submete o organismo às grandes alterações nos parâmetros destas variáveis. Neste contexto, elevações no hematócrito (Ht) que podem indicar condições mórbidas, relacionadas com hemoconcentração, decorrente de processos fisiopatogênicos que, na maioria das vezes, são revertidos somente por meio de intervenções terapêuticas podem, por outro lado, ocorrer durante a prática de exercício físico. O esforço induz a liberação de catecolaminas que, ao promoverem a contração esplênica com liberação de hemácias para a circulação sanguínea, proporcionam melhor perfusão tecidual, principalmente para o sistema nervoso central (SNC) e musculatura esquelética (INOUE, 2005). Neste caso, ao término do esforço físico ocorre recuperação e esta variável retorna ao seu valor de repouso, sem que a variação represente enfermidade (EVANS & ROSE, 1988; PIERCY et al., 1998). Variáveis hematológicas como o Ht e a concentração de hemoglobina plasmática podem ser utilizadas para avaliação dos efeitos, tanto do exercício como do treinamento (TYLERMCGOWA et al., 1999).

O aumento do Ht pode se dá por perda de água do compartimento extracelular ou por trocas transitórias dos fluidos entre o compartimento extra e intracelular. A perda de líquidos é atribuída ao suor, principalmente quando as condições ambientais são de calor e umidade alta. A contração esplênica também é responsável pelo aumento observado no Ht destes animais. Durante o exercício, o Ht pode aumentar em 40% devido à contração esplênica redistribuição do volume de fluido circulante através do aumento da pressão sanguínea arterial. O aumento de Ht previne a queda da concentração de oxigênio sanguíneo durante o exercício intenso (SEEHERMAN et al 1990).

A hemoglobina (Hb) é a metalo-proteína mais importante dos eritrócitos, realizando a função de transporte do oxigênio aos tecidos. Sabe-se que o equino é uma espécie animal bastante eficaz no consumo de oxigênio durante o exercício, sendo importante destacar que as alterações fisiológicas nos parâmetros eritrométricos tais como o número de eritrócitos, Ht e concentração de Hb constituem conseqüências deste fato (CHRISTLEY et al., 1999). Considerando a contração esplênica como fator desencadeante do aumento dos valores do Ht, Hb e eritrócitos como resposta ao estresse

fisiológico ao exercício, estes valores também podem apresentar mudanças significativas causadas por outros fatores fisiológicos como raça e faixa etária, tempo de colheita da amostra, manejo alimentar, temperamento dos animais e a qualidade e intensidade de exercícios realizados antes da obtenção da amostra (FELDMAN et al., 2000), assim como doenças (WILLIAMS et al., 2001). Durante exercícios de curta duração e alta intensidade, a mobilização das reservas do baço para a circulação domina a resposta hematológica. Esta liberação de eritrócitos pelo baço aumenta a capacidade de transporte de oxigênio em 50 a 60% (GEOR e WEISS, 1993; ROSE e HODGSON, 1994). Em estudo comparativo entre equinos submetidos a exercícios de curta e de longa duração foi observado que os valores do Ht foram mais elevados no grupo realizando exercício de longa duração (ANDREWS et al., 1995).

3.5.2 Adaptação ao treinamento do metabolismo dos carboidratos

A glicose é a fonte mais importante de energia para os animais. As células podem obter glicose da circulação ou de estoques intracelulares de glicogênio no fígado e nos músculos. Em cavalos, a concentração de glicose plasmática aumenta durante o exercício moderado ou intenso, evidenciando assim um aumento da gliconeogênese frente ao maior requerimento energético para a manutenção da atividade muscular.

A glicose plasmática é principal substrato energético que pode ser utilizado tanto pelo sistema nervoso central (POWERS, 2000) como pela fibra muscular esquelética durante o exercício (COGGAN et al., 1991).

A insulina (MALINOWSKI et al., 2002; GORDON, et al., 2006), o cortisol (GORDON, et al., 2006), a adrenalina e o glucagon (SIMÕES et al., 1999) são hormônios envolvidos diretamente na regulação e no equilíbrio da glicemia durante o exercício. Como comentado anteriormente, a glicose constitui uma importante fonte de energia para a fibra muscular. O metabolismo anaeróbico da glicose representa um imprescindível e rápido mecanismo de geração de energia, embora seja de baixa produção. Vários fatores regulam a atividade da via glicolítica, como a disponibilidade de oxigênio e as concentrações de ATP/ADP. Diminuições na relação ATP/ADP estimulam a glicólise anaeróbica aumentando em até 100 vezes a produção de moléculas de piruvato. Em exercícios de intensidades baixa ou moderada, a grande maioria do piruvato produzido penetra na mitocôndria e participa do ciclo de Krebs. Igualmente, a beta oxidação será estimulada para fornecer energia por mecanismo aeróbico. À medida que a intensidade do exercício aumenta maior quantidade de lactato

é produzida e uma maior proporção de energia é suprida pelas vias anaeróbicas (EATON et al., 1992).

A concentração do lactato sanguíneo é uma das variáveis largamente empregadas para a avaliação dos efeitos do exercício e do desempenho atlético sendo, atualmente, ferramentas necessárias à maximização de qualquer programa de treinamento, tanto para atletas da espécie humana (SIMÕES et al., 2003; MCMILLAN et al., 2005) como para a equina (TRILK et al., 2002; FERRAZ et al., 2006). Segundo Marlin e Nankervis (2002), testes de performance a campo são mais específicos e realistas principalmente se forem similares às condições de competição .

O lactato é encontrado nos músculos, na corrente sanguínea e em alguns órgãos (BACHINI, 2007). Ele é produzido a partir da glicolise anaeróbia, sendo que a fonte principal será o glicogênio, que irá gerar a glicose através da glicogenólise, até esta se transformar em piruvato (GLADDEN, 2001).

A taxa de produção de lactato está relacionada com a intensidade de exercício, sendo ela menor em animais treinados do que em animais não treinados quando submetidos ao mesmo esforço físico (SANTOS, 2002). A concentração do lactato apresenta fácil mensuração tanto em condições laboratoriais como em condições de campo, e está relacionada à intensidade do exercício, possibilitando avaliar a capacidade do sistema energético (LINDNER et. al., 2003). O aumento da concentração do lactato plasmático está relacionado com a queda de ácidos graxos livres no plasma devido à redução da liberação de ácidos graxos livres pelo tecido adiposo. A velocidade de degradação do lactato de 4mmol/L, é um bom indicador da capacidade de resistência em cavalos (COUROUCÉ et. al., 1997), podendo auxiliar na escolha dos animais e na indicação de um protocolo de treinamento mais eficiente (GERARD et al., 2002). Com o aumento da intensidade do exercício há primeiramente elevação discreta das concentrações sanguíneas ou plasmáticas de lactato. Durante o exercício de baixa intensidade, o piruvato é oxidado no processo do metabolismo aeróbio na mitocôndria, mas, nos primeiros minutos do exercício temos o déficit de oxigênio o que não permite uma oxidação. Assim, uma parte do piruvato é convertida em ácido láctico no sarcoplasma muscular (GLADDEN, 2001). O lactato é produzido no músculo durante o exercício de alta intensidade, mas hoje em dia, já se aceita que em quase todas as intensidades de exercício ocorre um metabolismo anaeróbio e com isso uma produção inicial de lactato. Em baixa intensidade têm-se uma alteração muito pouco significativa de lactato, pois a produção está em equilíbrio com a remoção. (BROOKS, 2000) Em

animais com predominância de fibras musculares glicolíticas as taxas de lactato serão maiores no sangue nos primeiros minutos em comparação com animais com predominância de fibras musculares oxidativas, pois nestes animais o consumo mitocondrial será mínimo gerando uma falsa impressão de uma maior produção de lactato. O lactato sanguíneo nunca terá a mesma taxa que a produzida nos músculos (WILSON et al 1998; BROOKS,1999).

O lactato é uma substância dinâmica. Após sua formação ele poderá passar diretamente para outras células musculares menos ativas e adjacentes, pelo processo de "Ponte de Lactato", por este motivo as taxas sanguíneas serão sempre menores que as taxas realmente produzidas de lactato muscular. Quando o lactato acaba por atender ao suporte energético da demanda do esforço, ele começa a migrar do meio mais concentrado para o menos concentrado o que explica o retardo do aparecimento do lactato sanguíneo após o exercício (BARRON et al 2000).

Após a parada do exercício de alta intensidade temos a concentração de lactato desaparecendo linearmente, dentro de uma taxa que irá alterar conforme as condições do animal. O treinamento melhora as taxas de remoção de lactato, aumentando a capacidade de oxidação do lactato no interior das mitocôndrias, pois teremos um aumento de mitocôndrias, aumento da atividade do influxo e o aumento de capilaridade muscular. Outro aspecto importante do treinamento é o aumento do fator de utilização do lactato como um intermediador nas ações metabólicas da glicólise aeróbia (BERNHOEFT, 2005). Finalmente, o lactato tem algumas vias tradicionais de remoção, entre elas; excreção pela urina e suor, o ácido láctico é um precursor, logo com energia necessária temos o lactato, e também a alanina, transformando-se em glicose/glicogênio no fígado (Ciclo de Cori) e glicogênio no músculo.

3.5.3 Adaptação ao treinamento do metabolismo das proteínas e aminoácidos (Proteína plasmática total, glutamina, glutamato, uréia e creatinina)

As proteínas correspondem a cerca de 17% da massa corporal e estão sendo regularmente recicladas. Elas são importantes para a manutenção de diferentes processos metabólicos, como facilitadores da mobilidade (actina e miosina) e intermediários do metabolismo (enzimas). Grande parte da proteína corporal esta armazenada nos músculos, mas as proteínas plasmáticas, além de regularem a pressão osmótica, também são significativas reservas (STIPANUK, 2000).

Durante os exercícios, devido à adaptação do volume plasmático, a concentração das proteínas plasmáticas totais assim como dos aminoácidos livres no sangue podem variar e ocorrer modificações nas concentrações de proteínas plasmáticas, especialmente de albuminas, globulinas e fibrinogênio (BAYLY e KLINE, 2006). Essa variação irá depender não só da quantidade da perda de fluidos, como as que ocorrem nos exercícios de média/longa duração, como também do balanço entre síntese e degradação, principalmente dos aminoácidos. Do mesmo modo, é amplamente conhecido que o aporte energético pelas proteínas totais durante o exercício é relativamente baixo, oscilando entre 5-10%. 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 (GORDON et al., 2006). Em cavalos de corrida, é comum que a concentração plasmática de proteínas totais aumente até 15%. No entanto, em eqüinos de enduro, é possível um aumento máximo alcançando 25%, devido às perdas de líquidos corporais no suor, efeito reversível uma vez que o animal seja hidratado ou ingira água (BAYLY e KLINE, 2006), porém não antes de 24 a 48 horas após exercício (TEIXEIRA NETO, 2006).

Os aminoácidos são importantes fontes de esqueletos de carbono para a gliconeogênese, e esse processo metabólico é importante processo para o catabolismo deles no fígado (STIPANUK, 2000). Os exercícios provocam diferentes adaptações na concentração dos aminoácidos. Recentemente Wanderley et al (2010) demonstraram que cavalos de marcha apresentam uma redução na concentração de glutamina após 30 minutos de marcha. Em outro estudo, Santiago (2011) demonstrou em cavalo de vaquejada, que a concentração de alanina eleva-se em cavalo - de -puxar enquanto que a glutamina tem a sua concentração reduzida nos cavalos- de -esteira. Os animais de esteira são os animais de vaquejada que competem repetidamente e por isso desenvolvem exercícios mais aeróbico quando comparados com os animais de puxar.

A uréia é produzida no fígado a partir de dois íons amônio liberados durante o catabolismo dos aminoácidos. A uréia sintetizada no fígado é liberada no sangue, e a depuração pelos rins representa a principal via de excreção. A excreção extra-renal de uréia inclui perdas no suor e trato gastrointestinal. O jejum provoca aumento do catabolismo protéico para satisfazer as demandas de energia, e aumenta a concentração de uréia nos eqüinos. A uréia aumenta em exercícios prolongados já nos exercícios realizados em curtos percursos e de intensidade moderada a intensa os níveis de uréia não costumam aumentar devido ao menor fluxo sanguíneo renal e catabolismo protéico.

(SANTOS, 2006). Finalmente, deve-se recordar que em todos os monogástricos, o “clearance” de uréia depende da ingestão de proteínas, que deverá variar conforme as necessidades de cada espécie e das suas fases de desenvolvimento.

A creatinina é produzida por ciclização não enzimática irreversível e desidratação da creatina. Ela é excretada principalmente pela urina, as vias secundárias de excreção da creatinina são através do suor e o trato gastrointestinal. O desgaste muscular produzido pelo exercício é um dos fatores não renais que podem influenciar na concentração de creatinina. O seu aumento associado a vários tipos de exercícios, provavelmente seja o resultado da combinação do aumento da liberação de creatina muscular e redução da excreção urinária da creatinina durante a atividade muscular (SCHOTT, 2000).

3.5.4 Adaptação ao treinamento do metabolismo das gorduras (Triglicérides e colesterol total)

Durante exercícios de resistência são utilizados como substratos energéticos o glicogênio, a glicose e ácidos graxos livres, os quais aumentam após o início do exercício ativando a beta-oxidação (BERGERO et al., 2005). Por ação da enzima lipase, os triglicerídeos são degradados em glicerol e ácidos graxos livres, o que não ocorre no caso do colesterol total. O glicerol pode converter-se em piruvato ou glicose no fígado, ou transformar-se em gliceraldeído-3-fosfato, participando da glicólise e da gliconeogênese. Os ácidos graxos livres são carregados pela albumina plasmática para o tecido muscular, onde são degradados para obtenção de energia (DUREN, 2000). O triacilglicerol constitui reservatórios de alta energia, utilizados durante a beta-oxidação que ocorre nas mitocôndrias das fibras musculares oxidativas com baixa velocidade de contração (SNOW et al., 1983).

Nos animais atletas as modificações desses biomarcadores podem ocorrer após a suplementação (GLEELEN et al., 1999). Esses autores demonstraram que quando animais recebem suplementação com gordura, que representa cerca de aproximadamente 12% da matéria seca, ocorre à elevação significativa nas concentrações plasmáticas das triglicérides, de aproximadamente 0,20 para aproximadamente 0,28 mmol/L, e do colesterol total, de 2,0 mmol/L para aproximadamente 2,7 mmol/L. Em outro importante estudo sobre o metabolismo das gorduras, Crandell et al (1999) observaram que a suplementação com óleo de soja, cerca de 0,45Kg/dia, produziu concentrações mais baixas de lactato e de cortisol, favorecendo

a performance aeróbica dos animais. Nos estudos com cavalo marchadores foi observado que a concentração dos triglicerídeos e colesterol total e HDL não variam após a realização de prova de marcha com duração de 30 minutos (WANDERLEY et al., 2010).

3.5.5 Adaptação ao treinamento do metabolismo dos minerais e eletrólitos (Cálcio, fósforo, magnésio, sódio, cloretos e potássio)

As funções dos eletrólitos e dos minerais no organismo animal são múltiplas, não existindo nenhum processo metabólico que seja independente ou se mantenha inalterado diante deles (FAN et al., 1994), sendo a principal função dos minerais e eletrólitos a manutenção das forças osmóticas possibilitando o equilíbrio de líquidos entre os compartimentos intra e extracelulares. Estes, ainda, estão envolvidos na condução nervosa e despolarização de fibras musculares possibilitando a contração muscular (MANSMANN et al, 1974; HINTON, 1977; HINTON, 1978). Os efeitos do exercício sobre os minerais e eletrólitos séricos dependem da intensidade e da duração do esforço, bem como do grau de perda dos mesmos. As maiores perdas estão, geralmente, relacionadas com exercício de longa duração, mas também podem ocorrer nos exercícios de alta intensidade e curta duração em situações ambientais desfavoráveis, de temperatura e umidade relativa do ar elevadas (COENEN, 2005).

Os fluídos e os eletrólitos podem ser reduzidos no organismo dos animais durante e após os exercícios devido às perdas provocadas pelo suor, que podem chegar até 10 litros por hora (DUSTERDIECK et al., 1999) e, por isso quanto maior a duração dele maiores serão as perdas com eletrólitos. Perdas de minerais e íons de diferentes compartimentos de fluidos corporais podem ser estimados avaliando-se as variações deles no plasma e no suor, e nos últimos anos tem sido dada muita atenção na reposição desses minerais através da suplementação oral.

Cálcio, fósforo e magnésio estão intimamente associados na formação mineral dos ossos, regulação da atividade de enzimas, e, também, como mensageiros secundários em diferentes processos fisiológicos (STIPANUK, 1999). Eles têm as suas concentrações pouco modificadas durante os exercícios em atletas bem condicionados, todavia, deve-se observar que a suplementação alimentar deve estar equilibrada para não modificar a homeostase deles.

Os íons sódio (Na⁺), cloretos (Cl⁻) e potássio (K⁺) são amplamente distribuídos no corpo dos animais e são os principais eletrólitos no fluido corporal. A concentração

deles é extremamente controlada e eles apresentam um importante papel no balanço eletrolítico, no controle da osmose, no transporte de metabólitos orgânicos, e na estabilização dos polieletrólitos no interior das células (STIPANUK, 1999). Eles existem como moléculas livres e hidratadas, ligados fracamente com moléculas orgânicas. A $[Na^+]$, $[Cl^-]$ e $[K^+]$ são algo em torno de aproximadamente 145 mmol/L, aproximadamente 110 mmol/L e de 4-5 mmol/L, respectivamente, nos animais. Entretanto, deve-se observar que o Na^+ e o Cl^- estão presentes basicamente no fluido extracelular enquanto que o K^+ tem maior concentração no meio intracelular (STIPANUK, 1999).

A importância funcional do Na^+ como cátion do compartimento extracelular está, entre outras coisas, na sua participação para a manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-básico e regulação do volume líquido. O sódio é excretado com a urina e, em menor quantidade, com o suor e as fezes (KOLB, 1987). A partir da concepção da técnica de dosagem fotométrica, a concentração sérica de sódio tornou-se uma das mais freqüentemente utilizada. Por outro lado, a interpretação destes dados nem sempre é clara. A possibilidade de alterações na concentração de sódio pode ser consistente com diferentes estados funcionais. Somente quando estas dosagens são confrontadas com outras informações clínicas, seu significado pode ser considerado. A concentração de sódio em indivíduos sadios normalmente varia entre 136 e 146 mEq por litro de soro, independente das grandes variações na ingestão de sal e água. A constância na concentração sérica de sódio está relacionada ao fato de que os sais deste íon compreendem os solutos com maior atividade osmótica no soro. Uma elevação na concentração sérica de sódio acima de 145 mEq sempre indica um déficit de água em relação à quantidade de solutos corporais. Hiponatremia é um achado clínico freqüente, apesar de ser uma manifestação clínica secundária (LEAF, 1962).

A importância fisiológica do Cl^- está na sua participação na manutenção da pressão osmótica do espaço extracelular. Além disso, participa na formação de ácido clorídrico pelas glândulas gástricas. (KOLB, 1987). Um importante íon na manutenção da eletroneutralidade é o cloro (Cl^-). Alterações nas concentrações de cloro plasmático durante o exercício constituem evidências da perda de cloreto por meio da sudorese (CARLSON et al., 1992). Nos cavalos de enduro, há elevada perda de cloro devido ao grande volume de suor produzido durante a prova, que se estende por muitas horas. Para manter a eletroneutralidade do meio, o organismo mobiliza bicarbonato (HCO_3^-). Acredita-se que a elevação das concentrações sanguíneas de HCO_3^- , por sua vez, seja

responsável pelo desenvolvimento de alcalose metabólica (ROSE et al., 1979). O dióxido de carbono (CO_2) produzido no trabalho muscular difunde-se para o sangue por gradiente de concentração, é hidratado na presença da enzima anidrase carbônica (AC) e transportado principalmente sob a forma de HCO_3^- no plasma. Mecanismos de difusão do CO_2 no sangue e troca de HCO_3^- e Cl^- nos eritrócitos explicam o aumento na concentração de HCO_3^- e a redução de Cl^- no sangue venoso durante esforço físico, no qual há mínimo vestígio de suor. No pulmão, esse processo é revertido com a expiração do dióxido de carbono, resultando no aumento de Cl^- e diminuição de HCO_3^- arterial (TAYLOR et al., 1995).

A concentração de potássio aumenta durante o trabalho muscular e pode elevar-se na ordem de 25% no final do exercício, sofrendo uma rápida redução após o final do trabalho retornando ao valor basal em 10 a 15 minutos. O potássio (K^+) é o principal cátion do líquido intracelular, pois 98% do seu conteúdo corporal total estão no interior das células (BROBST, 1986; HOUP, 2006). Sua manutenção em níveis fisiológicos é resultado da ingestão, absorção intestinal e perdas na urina, suor e fezes (JOHNSON, 1995) com a finalidade de preservar a condutividade neuromuscular e a função cardíaca (ROSE, 1981; SEAHORN e SEAHORN, 2003). Os valores plasmáticos normais variam entre 2,4 e 4,9 mmol/L e, geralmente, há aumento nas suas concentrações relativas à intensidade do esforço devido à sua saída da célula muscular, podendo atingir valores maiores que 10 mmol/L (ROSE e HODGSON, 1994). SILVA (2006) relatou aumento das concentrações deste íon em cavalos destreinados realizando exercício máximo em esteira rolante. O potássio, quando liberado do músculo em contração, exerce função vasodilatadora e é responsável pelo aumento do fluxo sanguíneo para os músculos em atividade e pela redução inicial na resistência vascular periférica (BERNE et al., 2004). Perdas de potássio muscular e o aumento acentuado nas concentrações plasmáticas durante exercício de alta intensidade tem sido relacionadas à baixa atividade da bomba de sódio/potássio ATPase devido à diminuição do pH na célula muscular (HARRIS e SNOW, 1988). Ainda, o aumento nas concentrações plasmáticas de potássio está diretamente relacionado com elevações nas concentrações de lactato e íon hidrogênio (H^+) (HARRIS e SNOW, 1988; SEJERSTED, 1992). Com o término do exercício, as concentrações de K^+ decrescem rapidamente (dentro de cinco a 10 minutos) para valores basais devido o seu retorno para as células musculares, enquanto as concentrações de lactato e de H^+ necessitam de tempo maior (de 30 a 60 minutos) para se restabelecerem (CARLSON, 1987). Esses achados indicam que não são as alterações

no pH e nas concentrações de lactato os únicos responsáveis pela hipercalemia induzida pelo exercício (FREESTONE et al., 1991).

4 Material e métodos

Todos os métodos empregados foram aprovados pelo comitê de ética e bem estar do departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Protocolo#62/2007-CTA/DZ/UFRPE).

4.1 Animais

Foram utilizados 16 animais marchadores sendo, 08 da raça Mangalarga Marchador e 08 da raça Campolina, todos adultos, sadios, condicionados por no mínimo três meses e participando de competição de marcha regularmente no Estado de Pernambuco. Os animais estavam alojados em diferentes haras em Pernambuco, mas submetidos ao mesmo manejo alimentar, aonde o concentrado comercial era fornecido duas vezes ao dia e o capim de corte, tipo Elefante, três vezes ao dia. Todos também eram treinados de forma similar com cavalgadas de 90 minutos ao passo sendo realizadas três vezes na semana e, simulação de prova de marcha duas vezes por semana, com um dia de descanso.

4.2 Condições climáticas

A temperatura e a umidade relativa do ar média foram de 27,5°C e de 67,4%, respectivamente, nos dias de avaliação. Os testes foram realizados nos seguintes haras na zona-da-mata de Pernambuco: Haras Cascatinha (Camaragibe-PE), Haras Annette (Abreu e Lima-PE), Haras Abreu (Tracunhaen-PE), Haras Recanto da Serra (Chã Grande-PE).

4.3 Teste padrão de simulação de marcha (TSM)

Os animais foram avaliados seguindo o TSM, descrito na literatura (WANDERLEY et al., 2010). O teste consiste em deslocar o animal em uma pista cercada e com características de pista oficial para avaliação de marcha, ao passo por 10 minutos para o aquecimento do animal; em seguida colocar os animais para deslocar-se à marcha (fase marcha), batida ou picada, durante 30 minutos, sendo 15 minutos no

sentido horário e 15 no sentido anti-horário. O TSM foi finalizado com o animal ao passo por 15 minutos para a recuperação.

4.4 Determinação da frequência cardíaca, da velocidade de deslocamento e da distância percorrida

Todas as análises foram determinadas através do frequencímetro (**Polar 800CX® GPS-G3, Polar Sport Tester, Kempele, Finland**).

Os transdutores do frequencímetro foram colocados, conforme indicação do fabricante, em duas localizações, sendo uma abaixo da manta da sela, no costado direito, e a outra sob a cilha, na região do cilhadouro esquerdo, em contato direto com a pele dos animais (Foto1). O receptor de sistema de posicionamento global (GPS) e o frequencímetro foram colocados no braço esquerdo do cavaleiro. Após a montada do cavaleiro, os equipamentos foram acionados, e só foram desligados ao final de período de recuperação. Todas as medições, inclusive com o animal em repouso, foram realizadas com os animais montados e sem o afrouxamento da cilha. Após as avaliações, os dados referentes à FC e distância percorrida, armazenados no frequencímetro, foram transferidos para um computador MacBook Pro® (**MacBook Pro, Apple Computers Inc., Cupertino, CA, USA**), e visualizados pelo programa Polar Protrainer® 5 Equine Edition (**Polar Protrainer® 5 Equine Edition, Polar Sport Tester, Kempele, Finland**). A velocidade durante a marcha foi determinada dividindo-se a distância percorrida por 30 minutos da fase de marcha.

A massa do cavaleiro e dos arreios foi determinada com o uso de uma balança digital, enquanto que a massa do cavalo foi determinada através de uma balança mecânica.

4.5 Colheita de amostras de sangue e análises

As amostras de sangue foram colhidas por punção da veia jugular com agulha 25x0,8mm em tubos à vácuo, com anticoagulante (heparina sódica e citrato de sódio) nas seguintes fases do TSM: na fase inicial com os animais em jejum (T0), após o esquento de 10 minutos ao passo (T1), após +15 minutos de exercício à marcha no sentido horário (T3); após +15 minutos de exercício à marcha no sentido anti-horário e após +15 minutos de recuperação.

Das amostras com heparina sódica foi separada uma parte para determinação do Ht e o restante foi centrifugado para obtenção do plasma, que foi utilizado para

determinação da concentração de seguintes metabólitos: glicose, lactato, proteínas plasmáticas totais, colesterol total, triglicérides, glutamina, glutamato, uréia, creatinina, cálcio, fósforo, magnésio, sódio, cloretos e potássio. A determinação da concentração da glicose, lactato e das proteínas plasmáticas totais foram realizadas, imediatamente após a colheita, com o uso do glicosímetro portátil (Accu-check Advantage II, ROCHE), lactímetro portátil (Accu-trend Lactate, ROCHE) e pelo refratômetro portátil. As determinações do colesterol total, triglicérides, uréia, creatinina, cálcio, fósforo e magnésio foram realizadas com o uso de kits comerciais (DOLES) através da espectrofotometria (D-500, DOLES). As concentrações dos eletrólitos (Na⁺, Cl⁻ e K⁻) foram realizadas com o uso do espectrofotômetro de chama (B-462, Micronal). Finalmente, a determinação da glutamina e do glutamato foram realizadas pela técnica descrita por Manso Filho et al (2008). As colheitas de sangue, com a exceção da amostra em repouso, foram colhidas com o animal na pista de avaliação, montado e com os arreios ajustados. A amostra de sangue com o animal em repouso foi colhida no boxe, com o animal em jejum de 12 horas de alimentos mais com livre acesso à água e sal mineralizado.

4.6 Análise estatística

Os resultados foram analisados pelo ANOVA, para medidas repetidas com um ou dois fatores, e o teste de Holm-Sidak utilizado como teste post hoc quando necessário. Também foi utilizado o teste T para comparação entre duas médias. Em todos os casos foram estabelecido o nível de significância em 5% e o programa SigmaStat 3.0 (**SigmaStat 3.0, SPCC Inc., Jandel Scientific, San Rafael, CA, USA**) para as análises estatísticas.

5 Resultados

Pela primeira vez é descrito na literatura médica veterinária a variação de eletrólitos e biomarcadores sanguíneos em equinos submetidos ao teste padrão de simulação de marcha (TSM) em condições controladas. Foram observadas variações significativas na frequência cardíaca, que se manteve abaixo dos 150 bpm, e em outros biomarcadores (Tabela 1, 2, 3 e 4) e eletrólitos dos cavalos marchadores (Tabela 5).

Dentre os biomarcadores analisados, apenas a variação da [Glicose] apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) pelo teste de ANOVA com dois fatores para a interação

entre a fase da colheita e o tratamento (Figura 1). Ainda foi observada uma tendência para a diferença da [Lactato] entre os grupos condicionados e não condicionados ($P=0,076$) onde, marchadores condicionados apresentaram maior [Lactato] que os não condicionados quando foi comparado a [Lactato] apenas ao final da fase de macha ($P<0,05$) (Figura 2). Os demais parâmetros analisados só apresentaram variações significativas pelo ANOVA para medidas repetidas com um fator, nas fases de colheita de sangue e por isso apresentamos em conjunto (condicionados e não condicionados).

Os resultados dos biomarcadores do metabolismo dos aminoácidos e proteínas indicam elevação na [PPT], [Uréia] e [Creatinina] ($P<0,05$) e que retornaram aos valores da “pré-marcha” ao final do período de recuperação, entretanto não ocorreram modificações nas [GLN] e [GLU] ($P<0,05$). Entre os biomarcadores do metabolismo das gorduras foi observada elevação na [Triglicérides] ($P<0,05$) com a maior concentração (~48mg/ml) atingida no pós-marcha. Na Tabela 5, demonstra-se elevações significativas nas [P^+] e [K^+] e redução na [Ca^{2+}]. A [Mg^{2+}], [Cl^-] e [Na^+] não se modificaram durante o TSM ($P<0,05$).

Finalmente os resultados indicaram que cavalos marchadores com massa corporal média de aproximadamente 455,0 Kg, e transportando carga média de aproximadamente 71,8Kg, deslocaram-se a uma velocidade média de 3,03m/s, e percorreram aproximadamente 5,4Km na fase de marcha, quando avaliados pelo frequencímetro. Ao final nenhum animal apresentou claudicação ou sinais de fadiga grave, e com isso todos terminaram o TSM. Todavia, oito animais, dos 16 avaliados, apresentaram discretos sinais de fadiga como movimento excessivo do conjunto cabeça-pescoço e com isso necessitaram do uso das ajudas por parte dos cavaleiros.

Todos os animais foram avaliados no período da manhã entre oito e 11 horas, e estavam em jejum.

Tabela 1 Variação da frequência cardíaca e do hematócrito no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.

Parâmetro	Fases do Teste de Simulação de Marcha				
	Repouso	Pré-Marcha	“Virada”	Pós-Marcha	Recuperação
Frequência Cardíaca, bpm	42,69±1,06 C	120,25±5,19 B	136,56±5,60 A	140,56±5,92 A	112,44±5,91 B
Hematócrito, %	33,07±1,20 C	35,44±0,73 B	40,31±1,05 A	40,81±0,77 A	35,19±0,78 B

Fonte: Silva (2012).

Observação: Repouso: Animal em jejum de 12 horas e no boxe; Pré-Marcha: Imediatamente após os 10 minutos de aquecimento ao passo; “Virada”: Após 15 minutos com animal à marcha; Pós-Marcha: Imediatamente após 15 minutos da virada e com o animal à marcha; Recuperação: Após 15 minutos de recuperação com o animal ao passo e montado. Diferentes letras na mesma linha indicam que $P < 0,05$ pelo Teste de Holm-Sidak. Silva (2012).

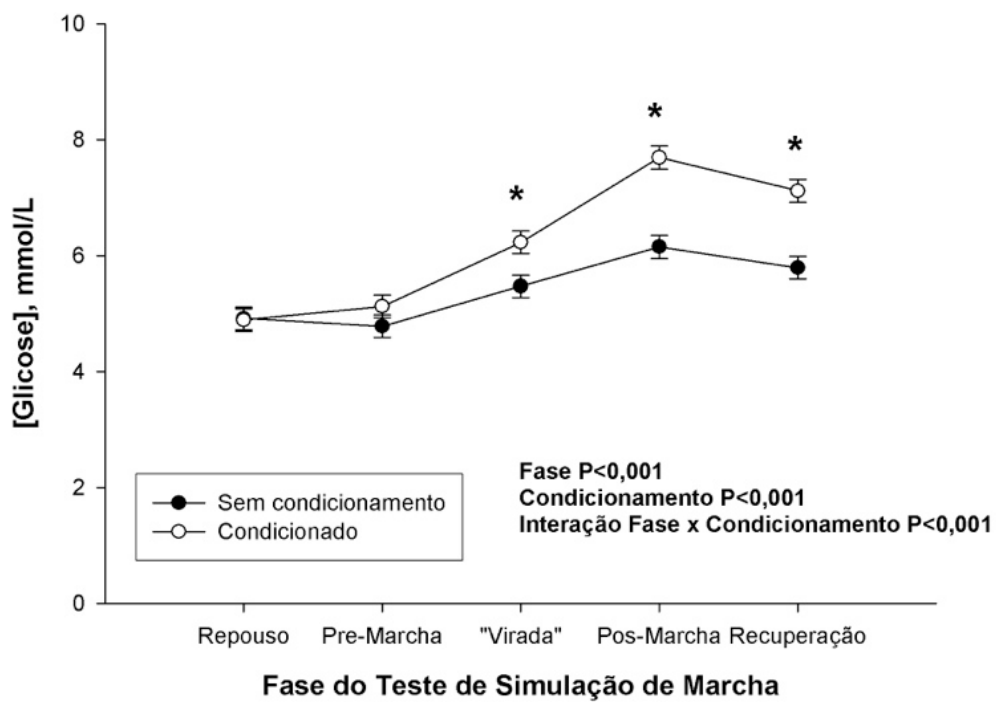
Tabela 2 Variação dos biomarcadores do metabolismo dos carboidratos (glicose e lactato) no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.

Parâmetro	Fases do Teste de Simulação de Marcha				
	Repouso	Pré-Marcha	“Virada”	Pós-Marcha	Recuperação
Glicose, mmol/L	4,90±0,10 D	4,96±0,10 D	5,85±0,20 C	6,92±0,26 A	6,46±0,25 B
Lactato, mmol/L	-----	-----	2,09±0,13 B	2,95±0,35 A	2,07±0,21 B

Fonte: Silva (2012).

Observação: Repouso: Animal em jejum de 12 horas e no boxe; Pré-Marcha: Imediatamente após os 10 minutos de aquecimento ao passo; “Virada”: Após 15 minutos com animal à marcha; Pós-Marcha: Imediatamente após 15 minutos da virada e com o animal à marcha; Recuperação: Após 15 minutos de recuperação com o animal ao passo e montado. Diferentes letras na mesma linha indicam que $P < 0,05$ pelo Teste de Holm-Sidak.

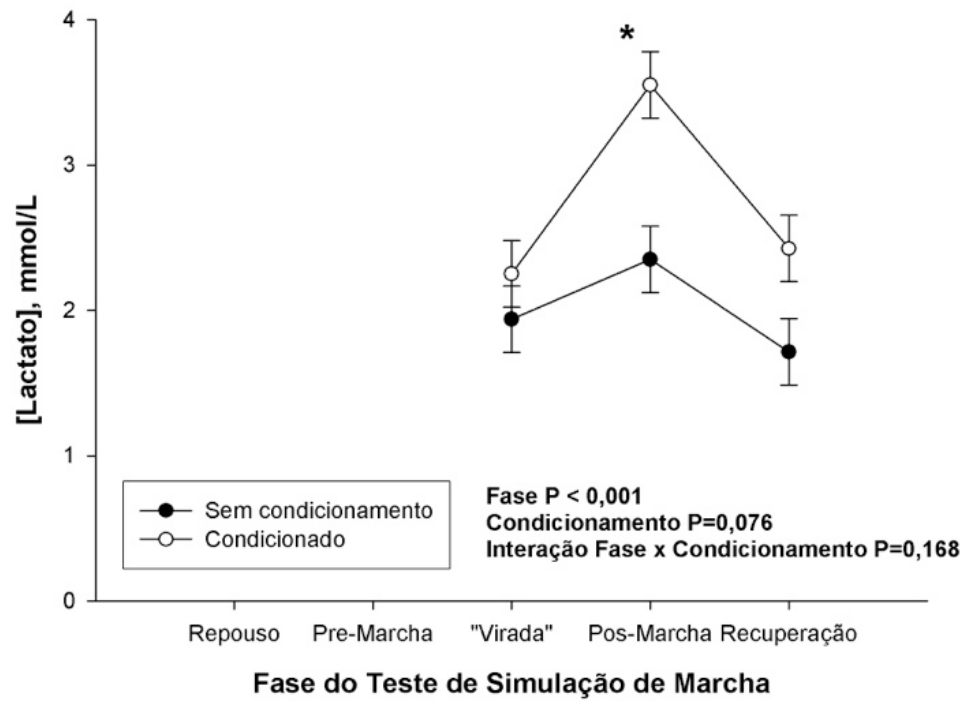
Figura 1 Variação na concentração da glicose plasmática em cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha em cavalos condicionados e não condicionados



Fonte: Silva (2012).

Observação: * Indica que $P < 0,05$ pelo teste T, entre as duas medidas na mesma fase do teste padrão de simulação de marcha.

Figura 2 Variação da concentração do lactato plasmático em cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha em cavalos condicionados e não condicionados



Fonte: Silva (2012).

Observação: * indica que $P < 0,05$ pelo teste T, entre as duas medidas na mesma fase do teste padrão de simulação de marcha.

Tabela 3 Variação do biomarcadores do metabolismo dos aminoácidos e proteínas no sangue de cavalos marchadores durante o teste padrão de simulação de marcha.

Parâmetro	Fases do Teste de Simulação de Marcha				
	Repouso	Pré-Marcha	“Virada”	Pós-Marcha	Recuperação
PPT, g/L	66,06±1,21 C	69,13±1,01 B	71,13±0,90 A	71,06±1,01 A	67,87±0,93 B
Glutamina, mmol/L	0,328±0,032 A	0,338±0,021 A	0,336±0,020 A	0,379±0,018 A	0,354±0,023 A
Glutamato, mmol/L	0,112±0,019 A	0,082±0,013 A	0,106±0,011 A	0,103±0,013 A	0,104±0,011 A
Uréia, mmol/L	35,07±1,04 B	39,58±1,54 A	39,27±1,33 A	40,23±1,29 A	40,88±2,19 A
Creatinina, mmol/L	1,28±0,04 C	1,36±0,07 BC	1,53±0,08 A	1,52±0,06 A	1,44±0,05 AB

Fonte: Silva (2012).

Observação: PPT: proteínas plasmáticas totais; repouso: animal em jejum de 12 horas e no boxe; pré-marcha: imediatamente após os 10 minutos de aquecimento ao passo; “virada”: após 15 minutos com animal à marcha; pós-marcha: imediatamente após 15 minutos da virada e com o animal à marcha; recuperação: após 15 minutos de recuperação com o animal ao passo e montado. Diferentes letras na mesma linha indicam que $P < 0,05$ pelo teste de Holm-Sidak.

Tabela 4 Variação do biomarcadores do metabolismo das gorduras no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.

Parâmetro	Fases do Teste de Simulação de Marcha				
	Repouso	Pré-Marcha	“Virada”	Pós-Marcha	Recuperação
Triglicérides, mg/mL	28,00±1,75 C	35,69±2,33 B	42,01±2,41 AB	47,22±2,61 A	41,00±3,70 B
Colesterol total, mg/mL	109,16±4,28 A	110,58±3,91 A	112,37±4,56 A	112,86±5,10 A	106,05±4,80 A

Fonte: Silva (2012).

Observação: repouso: animal em jejum de 12 horas e no boxe; pré-marcha: imediatamente após os 10 minutos de aquecimento ao passo; “virada”: após 15 minutos com animal à marcha; pós-marcha: imediatamente após 15 minutos da virada e com o animal à marcha; recuperação: após 15 minutos de recuperação com o animal ao passo e montado. Diferentes letras na mesma linha indicam que $P < 0,05$ pelo teste de Holm-Sidak.

Tabela 5 Variação nos biomarcadores do metabolismo dos minerais no sangue de cavalos marchadores durante o Teste Padrão de Simulação de Marcha.

Parâmetro	Fases do Teste de Simulação de Marcha				
	Repouso	Pré-Marcha	“Virada”	Pós-Marcha	Recuperação
Cálcio, mg/dL	10,66±0,14 A	10,36±0,22 A	10,15±0,23 A	9,52±0,17 B	9,63±0,25 B
Fósforo, mg/dL	4,21±0,28 C	4,54±0,23 B	4,58±0,28 ABC	5,13±0,28 A	4,81±0,17 AB
Magnésio, mg/dL	1,71±0,06 A	1,71±0,07 A	1,64±0,07 A	1,67±0,06 A	1,67±0,05 A
Cloretos, mmol/L	95,44±0,81 A	94,51±1,27 A	94,00±0,70 A	93,45±0,88 A	93,53±0,75 A
Sódio, mmol/L	111,94±2,95 A	115,63±2,73 A	114,25±2,05 A	116,44±2,57 A	107,44±2,88 A
Potássio, mmol/L	3,22±0,16 B	3,81±0,18 A	4,12±0,10 A	4,09±0,18 A	3,27±0,17 B

Fonte: Silva (2012).

Observação: repouso: animal em jejum de 12 horas e no boxe; pré-marcha: imediatamente após os 10 minutos de aquecimento ao passo; “virada”: após 15 minutos com animal à marcha; pós-marcha: imediatamente após 15 minutos da virada e com o animal à marcha; recuperação: após 15 minutos de recuperação com o animal ao passo e montado. Diferentes letras na mesma linha indicam que $P < 0,05$ pelo teste de Holm-Sidak.

6 Discussão:

6.1 Frequência cardíaca:

Analisando-se a frequência cardíaca ao longo do TSM, observa-se uma elevação entre o repouso e o final da fase de marcha ($P < 0,05$) e retorna aos valores observados no pré-marcha na fase de recuperação (Tabela 1). As médias da FC identificadas na fase de “virada” e “pós-marcha” ficaram próximas aos 140bpm, indicando que o esforço desses animais é tipicamente aeróbico, corroborando com o baixo acúmulo do Lactato ($p < 0,05$), que apresentou concentração sempre abaixo 3,0 mmol/L e elevação na [Glicose] ($P < 0,05$) ao final da fase de marcha e recuperação (Tabela 2; Figuras 1 e 2). Esses valores de FC e Lactato são compatíveis com a velocidade média identificada com o uso do frequencímetro, e caracterizam bem o exercício marca como sendo de média a baixa intensidade, e media duração durante o TSM.

Clayton (1991) e Evans (1994) relatam que a recuperação da FC é muito rápida no primeiro minuto após o fim do exercício, diminuindo gradualmente até chegar aos valores do repouso e que as condições ambientais também interferem na velocidade de declínio da FC para valores basais. Santos (2006) observou que a FC de equinos de salto aumentou progressivamente desde o repouso até o desenvolvimento dos diferentes tipos de exercícios aos quais foram submetidos. Pereira et al (2008) observou que a frequência cardíaca durante a prova de marcha oscilou entre 105 e 156bpm. Prates (2007) encontrou valores de FC entre 126 e 191 bpm em animais marchadores submetidos ao mesmo tipo de exercício utilizando animais de idade entre 3,5 e 8 anos. Clayton (1991), afirma que com o envelhecimento, o equino realiza a mesma carga de trabalho numa FC maior do que quando mais jovem. Segundo este mesmo autor (Clayton,1991) a FCmax de um equino está entre 200 e 260 bpm, valores atingidos quando se realiza esforço de intensidade máxima, e Meirelles (1997) afirmou que nos exercícios anaeróbicos a FC oscila entre 160 e 200 bpm.

O atual experimento demonstrou que a FC não ultrapassou 140bpm, ao longo de toda a fase de marcha do TSM e com isso pode-se caracterizar a marcha como um exercício aeróbico de intensidade submáxima, concordando com Prates (1997).

6.2 Hematócrito

Durante o TSM o hematócrito mostrou-se elevado na virada e no pós marcha chegando próximo aos valores basais na recuperação (Tabela 1) corroborando com o observado por EVANS & ROSE, 1988 e PIERCY et al., (1998) onde posteriormente ao término do esforço físico, o Ht retornou aos valores basais. Santos (2006) relatou que exercícios físicos realizados com FC abaixo de 150bpm não provocam contração esplênica máxima e por isso provocam alterações amenas no hematócrito como observado no presente estudo. Segundo SEEHERMAN et al (1990) o aumento do hematócrito durante o exercício pode se dá por perda de líquidos que é atribuída ao suor (desidratação), e pela contração esplênica. Em estudo comparativo entre equinos submetidos a exercícios de curta e de longa duração foi observado que os valores do Ht foram mais elevados no grupo realizando exercício de longa duração (ANDREWS et al., 1995), como observado no trabalho de Kowal et al, (2006) que mostrou que os valores do hematócrito de Cavalos PSI podem chegar a 65%.

6.3 Metabolismo dos carboidratos: Glicose e lactato

Durante o TSM não houve variação na [Glicose] na fase de repouso e pré-marcha possivelmente devido ao baixo requerimento de energia, não ativando a gliconeogênese. Na virada e no pós-marcha houve um aumento na [Glicose] corroborando com os achados de Balarin et al (2005) que observaram uma elevação da glicose para os exercícios de trote e galope, relacionando esse aumento a uma maior requisição de glicose pelos tecidos. O aumento da glicose no plasma é diretamente proporcional à intensidade do exercício. Aferindo níveis plasmáticos de glicose ao fim da atividade física, Stefanon et al (1999), encontraram resultados mais altos em cavalos de trote trabalhados em exercício intenso, quando comparados com animais que realizaram atividade de baixa intensidade. Sendo a marcha um exercício de intensidade e duração diferentes das atividades observadas em outros esportes de velocidade, e partindo do ponto de vista da utilização de glicose na geração de energia para realização de exercício, isto poderá ter implicações práticas nos programas de treinamento e arreamento de animais marchadores. No período de repouso pós-exercício observou-se uma redução significativa da glicose, corroborando com o trabalho de Wanderley et

al (2010), que afirmaram que a mínima atividade muscular resulta em diminuição da liberação de glicose para o sangue.

O lactato é um bom indicador de performance, através do qual pode se estimar a capacidade aeróbica do atleta. Nos animais desse atual experimento a [Lactato] não passou dos 4,0 mmol/L, indicando que eles desenvolveram exercício de baixa intensidade, no qual a produção de lactato não é elevada e com isso o consumo desse biomarcador provavelmente para gliconegênese, não permite o seu acúmulo. Cavalos (fig 2) bem treinados para um determinado tipo e intensidade de exercício produzem menos lactato do que cavalos não treinados (PEARSSON,1983) e (ROSE et al 1983). A [Lactato] sanguíneo é uma variável de fácil aferição, mesmo em condições de campo Couroucé (1998). A [Lactato] sanguíneo ou sérico vem sendo utilizada com tanta frequência quanto os parâmetros clínicos e fornece informações sobre o condicionamento atual do atleta (LINDNER, 2000). Segundo Marlin e Nankervis (2002), testes de performance a campo são mais específicos e realistas principalmente se forem similares às condições de competição, como no presente estudo.

O treinamento não induz os músculos a uma menor produção de lactato, mas aumenta a eficiência da dinâmica e remoção de lactato através do aumento da atividade das proteínas. A FC e o lactato têm sido correlacionados à velocidade do exercício. O ponto em que começa a haver acúmulo de lactato é definido como o limite alcançado quando os cavalos atingem a velocidade de 6-7m/s: Nesta velocidade o acúmulo de lactato atinge valores superiores a 4mmol/l e os batimentos cardíacos de 150-160bpm (ART. et al,1990a).Em velocidade de 5m/s Santos,(2006) detectou uma constância nas [lactato] em animais submetidos a exercício em esteira, esta estabilidade foi também demonstrada por Davie et al (1999) que submeteram eqüinos a exercício em esteira a uma velocidade de 3,2m/s durante 45minutos. O que também foi registrado neste trabalho, já que os animais submetidos ao TSM foram mantidos a uma velocidade de 3,03m/s.

6.4 Metabolismo protéico: Proteína plasmática total, uréia e creatinina

No presente estudo observou-se elevação [PPT] quando comparados os valores pré – exercício e pós –exercício corroborando com os resultados de Aguilera-Tejero et al (2000). A elevação da PPT no TSM corrobora com os achados de Santos (2006) que observou um aumento de 9,9% na [PPT] acreditando tratar-se de uma leve desidratação dos animais.

Harris e Snow (1992) relataram elevações sutis na [PPT] quando o exercício físico é realizado em baixa intensidade, enquanto, Gordon et al., (2006) relatou que o aporte energético utilizados pelas proteínas totais durante o exercício é relativamente baixo, oscilando entre 5-10%. Em cavalos de corrida, é comum que a concentração plasmática de proteínas totais aumente até 15%. No entanto, em equinos de enduro, é possível um aumento máximo alcançando 25%, devido às perdas de líquidos corporais no suor, efeito reversível uma vez que o animal seja hidratado ou ingira água (BAYLY e KLINE, 2006).

Segundo Snow et al (1982) e Santos (2006), a uréia aumenta em exercícios prolongados, já nos exercícios realizados em curtos percursos e de intensidade moderada a intensa os níveis de uréia não costumam aumentar devido ao menor fluxo sanguíneo renal e catabolismo protéico. Matrone et al (2007) não encontrou diferença nos níveis plasmáticos de uréia em cavalos PSI do Jockey Club de São Paulo submetidos a treinamentos de baixa e alta intensidade a que se manteve praticamente estável após exercício de 15 minutos. Ao tempo em que neste estudo os animais apresentaram um aumento na [Uréia] em torno de 10% entre o jejum e o pré –marcha e manteve-se sem variação significativa nas demais fases do TSM.

A [creatinina] elevou-se ($P < 0,05$) durante o TSM retornando aos valores do pré-marcha ao final da recuperação. O desgaste muscular produzido pelo exercício é um dos fatores não renais que podem influenciar na concentração de creatinina. O seu aumento associado a vários tipos de exercícios, provavelmente seja o resultado da combinação do aumento da liberação de creatina muscular e redução da excreção urinária da creatinina durante a atividade muscular (SCHOTT, 2000).

6.5 Metabolismo dos aminoácidos: Glutamina e glutamato

No presente estudo não ocorreram modificações nas [GLN] e [GLU] ($P > 0,05$), possivelmente pelo tipo de exercício que foi desenvolvido no TSM ser de baixa intensidade e curta duração. A queda na concentração de glutamina após atividade física é dependente da duração, tipo e intensidade do exercício (Santiago 2011). Observa-se um decréscimo transitório após exercícios intensos e depois de treinamento exaustivo variando entre 15,7% a 55%. O desenvolvimento dos músculos é altamente associado ao tipo de exercício que o animal realiza. Quando um animal desloca-se ao passo, apenas uma pequena percentagem de fibras musculares do tipo oxidativas é recrutada.

Quando a velocidade de deslocamento aumenta, como no cânter ou galope, aumenta progressivamente o número de fibras recrutáveis (COSTA et al., 2001). Desta forma, quanto mais rápido se contrai a fibra muscular, maior será o requerimento das vias anaeróbicas de produção de energia (RIBEIRO, 2006).

6.6 Metabolismo das Gorduras: Triglicerídeos e colesterol

Já entre os dois biomarcadores do metabolismo das gorduras só foi observado elevação na [Triglicérides] ($P < 0,05$), com a maior concentração (aproximadamente 48mg/mL) observado no pós-marcha.

Nos animais atletas as modificações desses biomarcadores podem ocorrer após a suplementação (GEELEN et al., 1999). Esses autores demonstraram que quando animais recebem suplementação com gordura, que representa cerca de aproximadamente 12% da matéria seca, ocorre à elevação significativa nas concentrações plasmáticas das triglicérides, de aproximadamente 0,20 para aproximadamente 0,28 mmol/L, e do colesterol total, de 2,0 mmol/L para aproximadamente 2,7 mmol/L. Nos estudos com cavalo marchadores foi observado que a concentração dos triglicérides e colesterol total e HDL não variam após a realização de prova de marcha com duração de 30 minutos (WANDERLEY et al., 2010).

6.7 Metabolismo dos minerais e eletrólitos: Fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cloretos e sódio

Observamos que ocorreram elevações significativas nas $[P^+]$ e $[K^+]$ e redução na $[Ca^{2+}]$. A $[Mg^{2+}]$, $[Cl^-]$ e $[Na^+]$ não se modificaram durante o TSM ($P > 0,05$). Algumas dessas variações eram esperadas, como a do potássio, que se move rapidamente para fora da célula muscular durante os exercícios, todavia não se esperava modificações no cálcio e fósforo, que podem ter suas concentrações alteradas devido à própria dinâmica de modificações dos fluídos corporais durante o exercício.

A $[K^+]$ aumenta durante o trabalho muscular e pode elevar-se na ordem de 25% no final do exercício, sofrendo uma rápida redução após o final do trabalho retornando ao valor basal em 10 a 15 minutos (BROBST, 1986; HOUPPT, 2006). Santos (2006) De maneira geral, a concentração sérica do potássio revelou uma tendência de aumento à medida que se intensificou o exercício físico. Sua manutenção em níveis fisiológicos é

resultado da ingestão, absorção intestinal e perdas na urina, suor e fezes (JOHNSON, 1995) com a finalidade de preservar a condutividade neuromuscular e a função cardíaca (ROSE, 1981; SEAHORN e SEAHORN, 2003).

Os valores plasmáticos normais do potássio variam entre 2,4 e 4,9 mmol/L e, geralmente, há aumento nas suas concentrações relativas à intensidade do esforço devido à sua saída da célula muscular, podendo atingir valores maiores que 10 mmol/L (ROSE e HODGSON, 1994). SILVA (2006) relatou aumento das concentrações deste íon em cavalos destreinados realizando exercício máximo em esteira rolante. O potássio, quando liberado do músculo em contração, exerce função vasodilatadora e é responsável pelo aumento do fluxo sanguíneo para os músculos em atividade e pela redução inicial na resistência vascular periférica (BERNE et al., 2004). Perdas de potássio muscular e o aumento acentuado nas concentrações plasmáticas durante exercício de alta intensidade tem sido relacionadas à baixa atividade da bomba de sódio/potássio ATPase devido à diminuição do pH na célula muscular (HARRIS e SNOW, 1988).

Ainda, o aumento nas concentrações plasmáticas de potássio está diretamente relacionado com elevações nas concentrações de lactato e íon hidrogênio (H^+) (HARRIS e SNOW, 1988; SEJERSTED, 1992). Com o término do exercício, as concentrações de K^+ decrescem rapidamente (dentro de cinco a 10 minutos) para valores basais devido o seu retorno para as células musculares. (CARLSON, 1987).

O cálcio, fósforo e magnésio têm as suas concentrações pouco modificadas durante os exercícios em atletas bem condicionados, todavia, deve-se observar que a suplementação alimentar deve estar equilibrada para não modificar a homeostase deles. (STIPANUK, 1999). No referido estudo houve uma redução na $[Ca^{2+}]$, onde os valores na fase de repouso foi de $10,66 \pm 0,14$ chegando a $9,52 \pm 0,17$ na fase do pós-marcha. Na fase de recuperação elevou para $9,63 \pm 0,25$, Crocomo (2009) relatou que houve um aumento significativo ($p < 0,05$) da concentração sérica do cálcio com a atividade física de alta intensidade. Do mesmo modo, Snow et al. (1983), em seus estudos com equinos da raça Puro Sangue Inglês, relataram modesto aumento na concentração sérica de cálcio após curto percurso de exercício físico intenso. Essa alteração foi transitória, com retorno ao nível basal em 1 hora.

Durante o galope (exercício de alta intensidade) uma severa acidose metabólica pode ocorrer (GOMIDE et al., 2006), devido ao acúmulo de lactato intra e extracelular, decorrente da glicólise anaeróbica para geração de energia (AGUILERA-TEJERO et al., 2000; BRANDI et al., 2009). Na acidose metabólica, ocorre aumento da concentração sérica de cálcio ionizado devido à diminuição da fração de cálcio

Alterações nas concentrações de cloro plasmático durante o exercício constituem evidências da perda de cloreto por meio da sudorese (CARLSON et al., 1992). Nos cavalos de enduro, há elevada perda de cloro devido ao grande volume de suor produzido durante a prova, que se estende por muitas horas. Para manter a eletroneutralidade do meio, o organismo mobiliza HCO_3^- . Acredita-se que a elevação das concentrações sanguíneas de HCO_3^- , por sua vez, seja responsável pelo desenvolvimento de alcalose metabólica (ROSE et al., 1979). Os valores na $[\text{Cl}^-]$ não se alteraram no presente trabalho.

Os fluidos e os eletrólitos podem ser reduzidos no organismo dos animais durante e após os exercícios devido às perdas provocadas pelo suor, que podem chegar até 10 litros por hora (DUSTERDIECK et al., 1999). A $[\text{Na}^+]$ não se modificou durante o TSM ($P > 0,05$) neste estudo. Santos 2006 não detectou diferença estatísticas nas concentrações séricas de sódio após a realização de diferentes atividades físicas nos grupos de Esteira, Treinamento e Prova. Já Aguilera – Tejero et al (2000), observaram uma elevação nos níveis de sódio após uma competição de salto.

A $[\text{Na}^+]$, $[\text{Cl}^-]$ e $[\text{K}^+]$ são algo em torno de aproximadamente 145 mmol/L, aproximadamente 110 mmol/L e de 4-5 mmol/L, respectivamente, nos animais. Entretanto, deve-se observar que o Na^+ e o Cl^- estão presentes basicamente no fluido extracelular enquanto que o K^+ tem maior concentração no meio intracelular (STIPANUK, 1999).

A possibilidade de alterações na concentração de sódio pode ser consistente com diferentes estados funcionais. A concentração de sódio em indivíduos sadios normalmente varia entre 136 e 146 mEq por litro de soro, independente das grandes variações na ingestão de sal. Uma elevação na concentração sérica de sódio acima de 145 mEq sempre indica um déficit de água em relação a quantidade de solutos corporais.

7 Conclusão

No atual experimento foram observadas variações significativas nos biomarcadores associados ao metabolismo dos carboidratos, proteínas e gorduras. Também ocorreram modificações nos minerais e eletrólitos presentes no sangue dos cavalo marchadores. Também foi detectado que os animais que apresentaram sinais de fadiga possuíam menor disponibilidade de glicose para o exercício marcha.

Devido a essas adaptações à marcha ela pode ser caracterizada, como um exercício aeróbico, com frequências cardíacas abaixo de 150 bpm e acúmulo de lactato abaixo de 4,0 mmol/L.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA-TEJERO, E. et al. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, v. 68, n. 2, p.103-108, 2000.
- ANDRADE, S. L.; Julgamento de andamento do cavalo mangalarga marchador. Belo Horizonte/MG – Brasil: Equicenter publicações 2011.
- ANDREWS, F. M. et al. Hematological and biochemical changes in horses competing in a 3 star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal, London**, v. 20 (Suppl.), p. 57-63, 1995.
- ART, T. et al. Effect of show jumping on heart rate blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal.**, p. 78-82 1990a. Suplemento 9.
- ASHEIM, A. et al. Heart rates and blood lactate concentrations of standardbred horse during training and racing. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, v. 157, n. 3, p. 304-312, 1970.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAVALO CAMPOLINA-ABCCC. Estatuto. Lei n 4716 de 29/jun/1965. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE CAVALO MANGALARGA MARCHADOR- ABCCMM. **Estatuto**. 1992, 89p. 2011.
- BACHINI, F.; CAMERON, A. B.; CAMERON, L. C.. Disponível em: <http://www.proximus.com.br/newsletter/2008>. Acesso em: 27 jun 2010. Artigo de 2007.
- BALARIN, M. R. S. et al. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamyltransferase e lactato desidrogenase em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 211-218, abr./jun. 2005.
- BARCLAY, H. The role of horses in man's culture london, J A Allen, 1990. 374 p.

BARRON, J. T.; et al. Redox state of cytoplasmic glycolytic compartments in vascular smooth muscle. **Am Journal Physiol Heart Circ Physiol** **279**, H 2872 – H 2878, 2000 E 83 - 92. 2000.

BAYLI, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI, F. M. Fisiología del ejercicio en equinos. Buenos Aires: Inter-médica, 2006. cap. 10, p. 145-151.

BERGERO, D.; ASSENZA, A.; CAOLA, G. Contribution to our knowledge of the physiology and metabolism of endurance horses. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v. 92, p. 167-176, 2005.

BERNE, R. M. et al. Fisiologia. 5. ed. São Paulo: Elsevier, 2004. p. 1082.

BERNHOFER, M. F. Conceito de maturidade biológica, 2005. Disponível em: < <http://www.cbda.org.br/arquivos/2005/08/2005,08,24,412.DOC> > Acessado em: 15 fev. 2010.

BRAGA, R. M. R. “Lactato” – Ferramenta de monitoramento do treinamento de cavalos atletas. Itaboraí, 2010.

BRANDI, R. A. et al. Desempenho de equinos submetidos a enduro alimentados com níveis de óleo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 2, p.311-321, 2009.

BROBST, D. B. Review of the pathophysiology of alterations in potassium homeostasis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 188, p. 1019-1025, 1986.

BROOKS, G. A. et al. Cardiac and skeletal muscle mitochondria have monocarboxylate transporters. MCT1. **Journal of Applied Physiology**, v.87, n.5, p.1713-1718, nov.1999.

BROOKS, G. A.; FAHEY, T.D.; BALDWIN, K.M.. **Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications**. 3a ed. Mayfield Publishing Company. California, USA, 2000.

CARDOSO, E. A.; et al. Frequência cardíaca em cavalos marchadores durante teste de simulação de marcha. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 13. supl. 2, p. 16. 2010.

CARLSON, G. P. Hematology and body fluids in the equine athlete: a review. In: GILLESPIE, J. R.; ROBINSON, N. E. **Equine exercise physiology**. 2. ed. Davis: ICEEP Publications, 1987. p. 393-425.

CARLSON, G. P.; BIRKS, R.; JONES, J. Acid-base alterations in horses during treadmill exercise. **The Equine Athlete**, Santa Barbara, v. 5, p. 17-20, 1992.

COENEN, M. Exercise and stress: impact on adaptive processes involving water and electrolytes. **Livestock Production Science, Amsterdam**, v. 92, p. 131-145, 2005.

COGGAN, A. R. Plasma glucose metabolism during exercise in humans. **Sports Med**, v. 11, n. 2, p. 102-124, Feb. 1991.

CLAYTON, H. M. Conditioning Sport Horses. **Mason: Sport Horse Publications**, 1991, 242p.

COSTA, M. D. et al. Estudo da subdivisão genética da raça mangalarga marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n. 2, p. 272-280, 2005.

COUROUCÉ, A.; CHATARD, J. C.; AUVINET, B. Estimation of performance potential of Standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 29, p. 365-369, 1997.

CHRISTLEY, R. M. et al. Blood gaschanges during incremental and sprint exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 30, p. 24-26, 1999. Suplemento.

CRAIG N., NUNAN, M. Entrenamiento del ritmocardiaco para caballos. Australia Sur, Performance Matters,Pty Ltd, Adelaida, 1998.

CRANDELL, K.G. et al. A comparison of grain, oil, and beet pulp as energy source for the exercised horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 30, p. 485-489, 1999.

DEMONCEAU, T. Particularidades do cavalo atleta. **Revista Brasileira de Medicina Equina**, v. 2, n. 9, p. 32, jan./fev., 2007.

DAVIE, A. J. et al. Effects of muscle glycogen depletion on some metabolic and physiological responses to submaximal treadmill exercise. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 63, n. 4, p.241-247, out. 1990.

DUREN, S. E. **Feeding the endurance horse**. In: PAGAN, J. D. **Advances in equine nutrition**, Nottingham: University Press, 2000. 351-363 p.

DUSTERDIECK, K. F. et al. Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 Km endurance ride. v. 30, p. 418-424, 1999.

EATON, M. D.; ROSE R. J.; EVANS, D. L.; The assessment of anaerobic capacity of thoroughbred horses using maximal accumulated oxygen deficit. **Australian Equine Veterinarian**, Palmerston North, v. 10, n. 86, 1992.

ESSÉN-GUSTAVSSON, B. et al. Muscular adaptations to intensive training and detraining. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 21, p. 27-33, 1989.

EVANS, D. L. **Training and fitness in athletic horses**. Sydney: RIRDC, 2000. p. 64.

EVANS, D. L.; ROSE, R. J. Cardiovascular and respiratory response in Thoroughbred horses during treadmill exercise. **British Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 134, p. 397-408, 1988.

EVANS, D. L. Training and Fitness in Athletic Horses. **Rural Industries Research and Development Corporation**, Sydney, p.1-64, 2000.

EVANS, D. L. et al. Gait and respiration in standardbred horses when pacing and galloping. **Research in Veterinary Science**, v. 57. n. 2, p. 233-239, Sept 1994.

FAN, L. C. R. et al. Anion gap no sangue venoso de equinos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 24, p. 101-104, 1994.

FELDMAN, B, ZINKL J, JAIN N. Schalm' veterinary hematology. 5 th ed. Philadelphia: Lippcott Williams &Wilkins, 2000. p. 1344.

FERRAZ, G.C. Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol. 2006. 111 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

FREESTONE, J. F.; GOSSET, K.; CARLSON, G. P. Exercise induced alterations in the serum muscle enzymes, erythrocyte potassium and plasma constituents following feed withdrawal or furosemide and sodium bicarbonate administration in the horse. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Lawrence, v. 5, p. 40-45, 1991.

FOSS, M. J.; KETEVAN, S. J. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. 560 p.

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

GEOR, R. J.; WEISS, D.J. Drugs affecting the hematological system of the performance horse. **Veterinary Clinics the North America: equine Practice**, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 649-667. 1993.

GOMIDE, L. M. E. et al. Concentração sanguínea de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 509-513, mar/abril 2006.

GORDON, M. E.; McKEEVER, K.H.; BETROS, C. L. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin, and cortisol in horse. **Veterinary Journal**, London, v. 23, p. 1-9, 2006.

GORDON, M. E. et al. Exercise induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptin, glucose, insulin, and cortisol in horses. **The Veterinary Journal**, London, v. 84, n. 7, p. 1682-1690, 2006.

GLADDEN, L. B. Lactic Acid: new roles in a new millennium. **Proc. Natl. Acad. Sci. USA**, vol. 98, pp. 395 – 397. Jan 2001. Commentary.

GLEELEN, S. N. J. et al. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. **Equine veterinary journal**, v.30, p. 475-478, 1999.

HARRIS, P.; SNOW, D. H. The effect of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 20, p. 109-111, 1988.

HINTON, M. Long distance horse riding and the dehydration and rhabdomyolysis. **Annual Report** / Centre for Tropical Veterinary Medicine, Edinburgh, v. 17, p. 136-141, 1977.

HINTON, M. The biochemical and clinical of exhaustion in the horse. **Annual Report** / Centre for Tropical Veterinary Medicine, Edinburgh, v. 18, p.169-172, 1978.

HODGSON, D. R., et al. Effects of a submaximal treadmill training programme on histochemical properties, enzyme activities, and glycogen utilization of skeletal muscle in the horse. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 17, p. 300-305, 1985.

HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1994. p. 245-258.

HODGSON D. R.; ROSE J.R. El caballo atlético, Principios y practica de la medicina deportiva ecuestre. Filadelfia EEUU: Saunders Company, 1994.

HOUPT, T. R. Equilíbrio Ácido-básico. In: REECE, W. O. Dukes Fisiologia dos animais domésticos. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2006. cap. 9, p. 147-160.

INOUE, Y. et al. Effect of exercise on iron metabolism in horses. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 107, n. 1, p. 33-42, 2005.

JOHNSON, P. J. Electrolyte and acid-base disturbances in the horse. In: Clinical pathology. The Veterinary Clinics of North America. **Equine Practice**, Philadelphia, v. 11, p. 491-514, 1995.

KOWAL, R. J. et al. Avaliação dos valores hematológicos em cavalos (*Equus caballus*) da raça Puro-Sangue-Inglês (PSI) submetidos a teste de esforço em esteira ergométrica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, p. 25-31, 2006.

LEAF, A. The clinical and physiological significance of the serum sodium concentration. **New England Journal of Medicine**, v.267, n.2, p.24-30, 1962.

LINDHOLM, A.; SALTIN, B. The physiological and biochemical response of Standardbred horses to exercise of varying speed and duration. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 15, p. 310-324, 1974.

LINDNER, A. Biochemical variables of energy metabolism in blood or plasma. Overview. In: BARREAY, A. et al **Performance diagnosis of horses**. Wageningen, p. 96, 1997.

LINDNER, A. et al. Evaluación de la capacidad competitiva y del efecto del entrenamiento en el 16caballo de deporte. In: **Conferencia Internacional de Caballos de Deporte**, Curitiba, PR. Abstracts, 2003, CD-Rom.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sports horses in practice. **Revue Médecine Vétérinaire, Toulouse**. v. 151, n. 7, p.611-618. 2000.

MALINOWSKI, C. L. et al. Effect of training on age-related changes in plasma insulin and glucose. **EquineVeterinary Journal, New Market**. v. 34, p. 147-152, 2002. Suplemento.

MANSMANN, R. A. et al. Synchronous diaphragmatic flutter in the horse. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 165, p. 265-270, 1974.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. Equine exercise physiology. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. 304 p.

MATRONE M. et al. Avaliação de bioquímica sérica em cavalos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a treinamento de rotina no Jockey Club de São Paulo - interferência do treinamento na saúde do equino atleta. **Revista. Inst. Ciência Saúde**. 2007; 25 (3); 253-6.

MEIRELLES, J. S. O cavalo de enduro. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, Minas Gerais. 1997. n. 19, p. 5-10.

MOREIRA, M. B. N. O Cavalo no Brasil. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

MCMILLAN, K. et al. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 39, n. 7, p. 432-436, 2005.

OLIVEIRA, V. B. Uma visão técnica e pedagógica sobre muares. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Rio de Janeiro 2004.

PEREIRA, G. V. R. et al. Evolução cardíaca em equinos manga larga marchador durante e após a prova de marcha. 2008

PERSSON, S. G. B. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse. IN: SNOW, D. H.; PEARSSON, S. G. B.; ROSE R. J. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta, 1983. P. 441- 457.

PIERCY, R. J. et al. Erythroid hypoplasia and anemia following administration of recombinant erythropoietin to two horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 20, p. 244-247, 1998.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. In: _____. **Fisiologia do exercício**. 3. ed. São Paulo: Editora Manole, 2000. 527 p.

POWERS, K. S. Metabolismo do Exercício. In:_____. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento ao desempenho**, Flórida. University of Flórida, v. 3, p. 45, 2000.

PUMPRLA, J. et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Internation Journal of Cardiology**, v.84, p.1-14, 2002.

PRATES, R. C. Parâmetros fisiológicos de éguas mangalarga marchador em provas de marcha e alimentadas com dietas suplementadas com cromo. Belo Horizonte, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Minas Gerais, 2007.

PRATES, R. C. et al. Heart rate of mangalarga marchador mares under marcha test and supplemented with chrome. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG v. 38, v. 5, p. 916-922, 2009.

ROSE, R. J.; ILKIW, J. E.; MARTIN, I. C. A. Blood-gas, acid base and hematological values in horses during endurance ride. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 11, p. 56-59, 1979.

ROSE, R. J. A Physiological approach to fluid and electrolyte therapy in the horse. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 13, p. 07-14, 1981.

ROSE, R. J.; EVANS, D. L. Cardiorespiratory effects of clenbuterol in fit Thoroughbred horses during a maximal exercise test. **Equine Veterinary Journal**. Newmarket, 1983. Suplemento.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: Saunders, 1994.

RIBEIRO, M. A. Avaliação da capacidade atlética de cavalos da raça Árabe submetidos a exercícios aeróbicos em esteira ergométrica. **Dissertação de Mestrado em Cirurgia Veterinária**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu. p. 109, 2006.

RINK, B. W, Homo-Caballus-Cracking The Centaur Enigma. New York: [s.n.], 2000. no pelo.

SANTOS, V. P. Avaliação metabólica do equino atleta. 2002. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre.

SANTOS, V. P. Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico. 2006. 94. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SANTIAGO, A.T. Metabolismo energético em cavalos durante simulação de prova de vaquejada. 2011. Dissertação de Mestrado em Ciência Veterinária - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SCHOTT, H. C. O sistema urinário In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. **Medicina interna equina**. Philadelphia: Saunders, 2000. p. 701-702.

SEAHORN, J. L.; SEAHORN, T. L. Fluid therapy in horses with gastrointestinal disease. **The Veterinary Clinics of North America -Equine Practice**, Philadelphia, v. 19, p. 665-679, 2003

SIMÕES, H. G. et al. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em teste de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 17-30, 1998.

SIMÕES, H. G. et al. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis induction. **European Journal of Applied Physiology**, Udine, v. 89, p. 603-611, 2003.

SIMOES, H. G.; Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 80, n.1, p. 34-40, 1999.

SEEHERMAN, H. J.; MORRIS, E.; O'CALLGHAN, M. W. The use sports medicine techniques in evaluating the clinics of equine athlete. **Veterinary Clinics of North America-Equine Practice**, v. 6, n. 1, p. 239-275, Apr. 1990.

STIPAUK, M. H. Biochemical and physiological aspects of human nutrition. Editora: Saunders. 2000, 1006p.

SEJERSTED, O. M. Electrolyte imbalance in body fluids as a mechanism of fatigue during exercise. In: LAMB, D.; GISOLFI, C. V. Energy metabolism: perspective in exercise science and sports medicine. Dubuque: Brown and Benchmark. 1992. p. 149-205.

SIMÕES, H.G.; CAMPBELL, C.S.G.; KOKUBUM, E. et al. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European journal of applied physiology and occupational physiology**,v.80, p.34-40, 1999.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.et al. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 km endurance ride. **Veterinary Record**, London, v. 23, p. 175-179, 1991.

SNOW, D. H.; MASON, D. K.; RICKETTS, S. W. Post-race blood biochemistry in Thoroughbreds. **Equine Exercise Physiology**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE, 1, 1983. p. 389-399.

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, Jaboticabal.

STEFANON, B.; FRANCO, T.; OBEROSLER, R. Plasma lactate and purine derivatives accumulation after exercise of increasing intensity in Standardbred Horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildemar, v. 19, n. 7, p. 463-468, 1999.

SOUZA LIMA, R. A.; SHIROTA, R.; CAMARGO BARROS, G. S. Estudo do complexo do agronegócio cavalo. Centro de estudos avançados em economia aplicada, Piracicaba, 2006.

TAYLOR, L. E. et al. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprints. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 18 p. 326-330, 1995. Suplemento

TEIXERA NETO, A. R. **Variáveis fisiológicas e estresse oxidativo de eqüinos durante campeonato de enduro.** 2006. 112 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

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**, London, v. 34 (Suppl.), p. 122-125, 2002.

TYLER-McGOWAN, C. M. et al. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. **Equine Veterinary Journal**, London, v. 30, p. 621-625, 1999. Suplemento

WANDERLEY, E. K. Metabolismo energético em cavalos durante simulação de prova de marcha. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Veterinária)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

WANDERLEY, E. K.; MANSO FILHO, H. C.; MANSO, H. E. C. C. C. Metabolic changes in four beat gaited horses after field marcha simulation. **Equine Veterinary Journal**, Recife-PE v. 42, p. 105-109, 2010.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Metabolismo e sistema energéticos básicos. In: _____. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001. cap. 4, p. 116-154.

WILSON, M. C. et al. Lactic acid efflux from white skeletal muscle is catalyzed by the monocarboxylate transporter isoform MCT3 (MCT4). **The Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 273, p. 15920-15926, 1998.

WILLIAMS, R. B.; HARKINS, L. S.; HAMMOND, C. J. Racehorse injuries, clinical problems and fatalities recorded on British race horses from flat racing and National Hunt racing during 1996, 1997 and 1998. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 33, p. 478-486, 2001.

Apêndice

Foto 1 Colocação dos transdutores do frequencímetro antes da teste padrão de simulação de marcha no lado esquerdo do animais.



Fonte: Silva (2012).

Foto 2 Posição correta do transdutor no cilhadouro esquerdo do cavalo abaixo da cilha



Fonte: Silva (2012).

Foto 3 Receptor dos transdutores devidamente posicionado no arco da sela



Fonte: Silva (2012).

Foto 4 Relógio Polar e equipamento de posicionamento global (GPS) instalados no braço do cavaleiro.



Fonte: Silva (2012).

Foto 5 Conjunto, cavalo (égua) e cavaleiro, preparados para o início do Teste Padrão de Simulação de Marcha no Haras Cascatinha



Fonte: Silva (2012).

*: Fotos tirada cerca de 2 meses antes dessa égua, Azaléia, torna-se Campeã das Campeãs de Marcha Picada, na Exposição Nacional do Cavalo Mangalarga Marcador em 2011, montada pelo seu cavaleiro oficial Sr. Ricardo.