



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM CAVALOS ATLETAS**

Talysson Ventura Garcia dos Santos

**Areia-PB  
Agosto de 2014**

**TALYSSON VENTURA GARCIA DOS SANTOS**

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM CAVALOS ATLETAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Zootecnista.

**Orientadora:** Profa. Dr.<sup>a</sup> Maria Lindomárcia Leonardo da Costa

**Areia-PB  
Agosto de 2014**

**TALYSSON VENTURA GARCIA DOS SANTOS**

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM CAVALOS ATLETAS**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Maria Lindomárcia Leonardo da Costa  
(Orientadora)  
UFPB (Universidade Federal da Paraíba)

---

Prof. Dr. Guilherme Rocha Moreira  
UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco)

---

Ms. Cristina Aparecida Barbosa de Lima  
UFPB (Universidade Federal da Paraíba)

**AREIA, 13/08/2014**

## Dedicatória

*Aos meus pais José Garcia dos Santos e Edjane Ventura Batista Santos. Por todo amor e dedicação para com a minha vida durante todos os momentos vividos. Pela educação e contribuição da formação de um caráter digno, pela força empenhada na minha vida acadêmica.*

*Dedico*

*EPÍGRAFE*

*O saber agente aprende com os mestres e com os livros. A sabedoria, se aprende é com a vida e com os humildes.*

*Cora Coralina*

## **Agradecimentos**

Agradeço a DEUS pelo dom da vida e sabedoria; pela graça que se renova em minha vida todos os dias e pelo Amor divino que nunca acaba;

Aos meus pais José Garcia e Edjane por todo amor e carinho a mim dedicado, pelos sorrisos e choros, pelas broncas e por toda atenção durante toda a minha vida. Aos meus irmãos Tássio e Thays por compartilhar comigo todos os dias de minha vida. A minha namorada Priscilla Jessica, por ter me compreendido e me ajudado durante o curso, me cobrindo de carinho, amor e oração; a estes todo o meu amor e admiração.

A todos os meus familiares, avós, tios, primos, sogros e todos os meus amigos que cresceram juntamente comigo, me dando força sempre que necessário e me ajudando em que fosse preciso.

A toda equipe da New Life, pela certeza do apoio espiritual advindo das orações, pela ajuda em conversas e discipulados.

A minha orientadora Professora Lindomárcia, por ter me orientado nesta jornada, não apenas como profissional mais como amiga. A toda equipe de professores, coordenadores, secretários e os demais que fazem parte do grupo Zootecnia.

A minha turma de Zootecnia 2010.1 por toda amizade construída, pelo apoio aos estudos, pelas horas e horas em trabalhos, pelos risos e pelos desesperos, por todos os momentos; Marcone (companhia de quarto durante quase todo curso), Jaciara, Lavosier, Cláudio Jr., Gildênia, Leonilson, Marcos Venâncio, Robervânia, Marcela, Kilmer, Ana Paula. Agradeço à DEUS por ter conhecido cada um de vocês.

*Muito obrigado!*

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	viii
ABSTRACT .....	iviii
1. Introdução.....	1
2. Revisão de literatura .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b> 2
2.1. Frequência Cardíaca (FC) .....	2
2.2. Frequência Respiratória (FR). .....	4
2.3. Temperatura Retal (TR).....	6
2.4. Concentração de Lactato .....	7
2.5. Variáveis hematológicas e dosagens hormonais.....	9
3. Considerações Finais .....	12
4. Referências Bibliográficas.....	13

**RESUMO:** O objetivo dessa revisão foi abordar as principais variáveis fisiológicas e bioquímicas utilizadas na avaliação do condicionamento de cavalos atletas. Os equídeos têm sido cada vez mais submetidos a estresses relacionados às competições, devendo suas necessidades fisiológicas e metabólicas serem atendidas de forma específica pelo organismo. Com o intenso treinamento buscando levar os animais ao mais alto nível competitivo se faz necessário compreender os elementos mais relevantes da fisiologia desta espécie. Dentre esses parâmetros destacam-se a frequência cardíaca, frequência respiratória, temperatura retal, concentração de lactato sanguíneo, hematologia e dosagens hormonais. Portanto, a compreensão dessas variáveis é de fundamental importância para avaliar o programa de treinamento de equinos atletas; permitindo modificações ou até mesmo propondo novo protocolo de treinamento.

**Palavras-chave:** equino, frequência cardíaca, lactato, treinamento

**ABSTRACT:** The objective of this review is to address the main physiological and biochemical variables used to assess the fitness in athletic horses. The equines have been increasingly subjected to stress related to competition, and because of this their physiological and metabolic needs must be met specifically. With intense training seeking to bring the animals to the highest competitive level it is necessary to understand the most relevant aspects of the physiology of this species. These parameters include the cardio and respiratory rate, rectal temperature, blood lactate concentration, hematology and hormone measurements. Therefore, understanding these variables is essential for evaluating the training program of equine athletes; allowing modifications or even proposing new training protocols.

**Key words:** equine, heart rate, lactate, training

## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao grande número de raças existente na espécie equina, existe uma diversidade de utilização desses animais, dentre essas, uma variedade de esportes que utilizam o cavalo como atleta. As necessidades metabólicas e fisiológicas dos cavalos que participam de diferentes provas em relação às necessidades energéticas, características estruturais e funcionais são bastante diferentes entre si, devendo ser atendidas de forma específica pelo organismo (Silva, 2008).

Atualmente os criadores de animais atletas visam soluções para que esses se tornem verdadeiras máquinas do esporte, e muitas vezes prejudicam a saúde do animal, assim como sua vida útil. A genética é a grande responsável pela capacidade atlética e desempenho dos animais, porém para que esses fatores se desenvolvam, além de uma alimentação adequada é necessário treinamento individual programado; este é capaz de induzir adaptações fisiológicas e anatômicas no cavalo, que possibilitam sua preparação para competir ao mais alto nível e diminuem a ocorrência de lesões no animal (Hinchcliff *et al.*, 2008).

O homem tem sido responsável pela especialização e aperfeiçoamento das diferentes raças de cavalos e, como tal, tem selecionado animais mais pesados e robustos para o trabalho de tração e àqueles equinos leves (comparados com animais de trabalho) e atléticos para o esporte. Assim, das raças com habilidade corridas, distingue-se: Puro Sangue Inglês (PSI), *Standardbred* (Trotador Americano) e Quarto de Milha; pois conseguem atingir velocidades muito elevadas que variam de 64 a 88 km/h em curtas e médias distâncias (400 a 5000 metros). Enquanto que, animais da raça Árabe, devido à sua conformação apresenta dissipação de calor durante o exercício e alongamento dos passos facilitados, sendo, portanto, esta a raça de eleição para *raides* (competição que testa resistência e velocidade do cavalo, além da habilidade do cavaleiro), que podem envolver num dia percursos de até 160 km de distância (Edwards, 2002).

Surgiu assim a necessidade de compreender os elementos mais relevantes da fisiologia do esforço da espécie equina, de forma a alcançar nível máximo de desempenho e prolongar o rendimento desportivo destes atletas (Mirian, 2008).

Frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) têm influência nas alterações fisiológicas que ocorrem antes e após o exercício. (Weigle *et al.*, 2000). Estas variáveis fisiológicas retornam aos valores de descanso após o

término do exercício, entretanto, a velocidade deste retorno é dependente da intensidade, duração do mesmo, condicionamento do animal e condições bioclimáticas.

Quando se estuda a fisiologia do exercício de equinos, além das variáveis fisiológicas, também se destacam os parâmetros bioquímicos, dentre os quais pode-se citar: concentração de lactato sanguíneo, hematologia e dosagens hormonais; pois estes também apresentam influência sobre o condicionamento do animal.

Portanto, o objetivo dessa revisão foi abordar as principais variáveis fisiológicas e bioquímicas utilizadas na avaliação do condicionamento de cavalos atletas.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

Na fisiologia do exercício, pode-se destacar a avaliação do desempenho atlético através de testes físicos, os quais podem ser realizados tanto em esteiras (Ferraz *et al.*, 2006) como a campo (Lindner *et al.*, 2006; Erck *et al.*, 2007) que determinam a dinâmica das variáveis fisiológicas e bioquímicas. Esta área de investigação consiste no estudo das alterações no organismo em resposta ao exercício e treinamento.

### **2.1. Frequência Cardíaca (FC)**

A Frequência Cardíaca (FC) é expressa pelo número de batimentos por minuto (bpm). Em repouso, o cavalo apresenta cerca de 25 a 50 bpm, com média de 35 bpm. Animais com coração grande e alta capacidade de contração apresentam baixa FC em repouso. Equinos com coração pequeno precisam bombear mais vezes para manter o mesmo débito cardíaco, quando comparado àqueles animais de massa cardíaca superior. A FC aumenta de acordo com a intensidade do exercício até atingir um platô, no qual o aumento da velocidade não será acompanhado pelo aumento da frequência cardíaca, sendo caracterizada como frequência cardíaca máxima (FCM), que é geralmente na faixa de 210-240 batimentos por minuto. Exercícios nos quais os animais apresentam frequência cardíaca acima da FCM são denominados exercícios máximos, e abaixo da FCM, submáximos (Clayton, 1991).

A mensuração da frequência cardíaca (FC) é uma variável utilizada em cavalos atletas para descrever a intensidade do exercício, além de facilitar a avaliação dos efeitos do treinamento e perda do condicionamento (Hodgson e Rose, 1994). As alterações observadas na FC constituem um índice conveniente para medir o aprimoramento induzido pelo treinamento (Boffi, 2007).

No início do exercício é esperado o aumento da frequência cardíaca para suprir a demanda de oxigênio dos músculos, sendo assim, faz-se necessário realizar um aquecimento prévio antes de submeter o animal a quaisquer tipos de atividades físicas (Evans, 2000).

Apesar de ser muito útil conhecer a FC de repouso, é muito difícil obtê-la, pois a menor perturbação aumenta seu valor em mais de 10 bpm. A melhor estimativa da FC de um cavalo em repouso, deve ser feita com o animal calmo em ambiente ao qual esteja acostumado e, de preferência, medida por uma pessoa conhecida pelo animal (Clayton 1991).

O condicionamento não altera a FC de repouso dos equinos; entretanto, após condicionamento físico, o cavalo alcançará sua FC<sub>máx</sub> ao ser submetido a uma maior carga de trabalho e alcançará maior velocidade ou realizará mais trabalho numa dada FC (Clayton 1991).

O treinamento do animal favorece para que ocorra adaptação da frequência cardíaca no momento em que o mesmo se encontra em exercício. Segundo Babusci e López (2007), um equino treinado deve ser capaz de manter a frequência cardíaca inferior ao desenvolver uma determinada velocidade, do que aquela que apresentava antes de realizar o treinamento. De acordo com Evans (2000) haverá aumento do parâmetro  $V_{200}$  e da velocidade necessária para atingir a FC máxima.

O parâmetro  $V_{200}$ , definido como a velocidade que resulta em frequência cardíaca de 200 bpm é amplamente usado nos testes de desempenho e tem alta relação com  $VO_2$  máx (volume máximo de oxigênio) e  $VLa_4$  (velocidade onde a concentração de lactato é de 4mmol/L) (Barly *et al.*, 2004). Portanto, de acordo com Evans (2000) haverá aumento do parâmetro  $V_{200}$  e da velocidade necessária para atingir a FCM em animais condicionados.

Segundo Fernandes (1997), as técnicas para estudos cardíacos não invasivas utilizadas com maior frequência são: radiografia, fonografia, ecocardiografia, radiotelemetria, eletrocardiografia e monitoramento cardíaco. Destas técnicas, as mais importantes são a eletrocardiografia e o monitoramento, ao considerar-se praticidade e custo.

A avaliação da FC pode fornecer informações detalhadas a respeito de quando um animal poderá passar de um determinado nível de treinamento para outro. Com o condicionamento, o animal aumenta a capacidade de recuperação da frequência cardíaca de repouso. A FC varia de acordo com muitos fatores, principalmente com o controle

vagal (nervoso), onde nos dias quentes e com muita umidade, o tempo para o animal recuperar sua FC de repouso pode aumentar devido à dificuldade de perda de calor após os exercícios. Além disso, animais doentes, com dor ou qualquer outro tipo de estresse poderão ter a FC aumentada (Costa, 2001).

Segundo Clayton (1991), a recuperação da FC é usualmente muito rápida no primeiro minuto após o final do exercício e depois diminui gradualmente até os valores de repouso. Condições ambientais (calor e umidade) também influenciam na velocidade de declínio da FC para valores basais. Geralmente, quanto mais condicionado o animal, mais rapidamente sua FC retornará ao normal depois do exercício.

De acordo com Perrone *et al.* (2006), a mensuração da FC pós-exercício é utilizada em enduro. Contados 30 minutos após o final de cada etapa, os cavalos que tenham FC superiores a 60-70 bpm podem apresentar distúrbios metabólicos se continuarem a prova. Entretanto, alguns autores consideram que a FC mensurada aos 5 minutos pós-exercício é um indicador confiável do estado de condicionamento do cavalo, devido à sua alta repetibilidade. Este autor relatou que nos esportes em que se observa uma imediata elevação da FC após o exercício, ocorre uma diminuição rápida seguida de queda lenta até os valores de repouso. Em experimento sobre a análise dos parâmetros fisiológicos pós-competição em diferentes esportes hípicas, foi observado que existe relação entre intensidade do exercício e tempo de retorno aos valores basais. Em provas com a predominância do salto, a recuperação da FC ocorreu aos 30 minutos; no passo, aos 15 minutos e trote, aos 60 minutos após o exercício.

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

O sistema respiratório do cavalo é responsável por satisfazer as elevadas necessidades em O<sub>2</sub> das células musculares durante o exercício (Ganong, 2005; Holcombe e Ducharme, 2004). Como não sofre modificação adaptativa com a realização do treinamento, este sistema ainda é considerado um fator limitante para o desempenho dos equinos, diferentemente do cardiovascular e musculoesquelético (Ainsworth, 2008).

A frequência respiratória (FR) é expressa pelo número de movimentos respiratórios por minuto (mpm). Os cavalos têm uma FR em repouso que varia de 12-20 respirações/minuto (Silva *et al.*, 2005). De acordo com Clayton (1991), muitos fatores

como exercício, dor e aumento na temperatura corporal elevam a FR e mudam o padrão respiratório.

Durante o exercício, a FR pode aumentar para mais de 180 respirações/minuto. Ao passo e até certa extensão do trote, o cavalo apresenta FR apropriada à intensidade do exercício. Quando o exercício diminui ou termina completamente, a FR diminui devido à parada das forças locomotoras que guiam a respiração. Normalmente o cavalo respira profundamente até manter uma frequência de 60-100 respirações por minuto e com isso o volume de oxigênio retorna ao normal, porém a resposta respiratória será dependente da temperatura corporal do animal. Portanto, se animal estiver sentindo frio, a FR declina gradualmente até o valor de descanso; enquanto que, com temperatura muito elevada, ofegará como forma de perda de calor, resultando em aumento da FR para valores superiores a 140 respirações/minuto, aumentando assim, o volume de ar pelas vias nasais, onde veias calibrosas estão disponíveis para a troca de calor (Clayton, 1991).

A observação da FR deve levar em conta as condições ambientais. Em ambientes quentes e úmidos, nos quais a evaporação cutânea é comprometida, a perda de calor pelo trato respiratório representa mais de 25% da perda total; enquanto que, em condições termoneutras essa perda fica entre 15-25% (McCutcheon e Geor, 2008).

Para La Fortuna e Saibene (1991), a função respiratória do cavalo, sob o ponto de vista mecânico, é a mais econômica entre as espécies já estudadas (humanos e cães), sendo proporcional ao alto metabolismo aeróbico atingido pelos equinos.

Prates (2007) em experimento desenvolvido com éguas Mangalarga Marchador registrou antes do início da simulação de uma prova de marcha (duração de 50 min), FR entre 28 e 38 respirações/minuto. Esse resultado foi superior aos limites de 12 a 20 respirações/minuto, considerado como de repouso por Silva *et al.*(2005).

Em experimento conduzido por Butler *et al.*(1993), ajustes respiratórios foram observados nos cavalos durante exercícios de intensidade crescente e durante a recuperação. No nível mais alto de exercício (12m/s com 3° de inclinação da esteira), as taxas de consumo de O<sub>2</sub> aumentaram 29,4 vezes e as de produção de CO<sub>2</sub> aumentaram 36,8 vezes seus valores de repouso. O volume respiratório por minuto aumentou 27 vezes seu valor de repouso, com a FR sendo 8,2 vezes maior que seu valor de repouso e, permitindo assim, maior contribuição no passo e trote; contudo, a FR teve pouca variação com o aumento do galope.

Hubbel *et al.* (1997) avaliaram três intervenções de recuperação pós exercício em equinos: ao passo a 1,8m/s por 30 minutos, em estação por 90 minutos e em estação por 90 minutos com uma tala no membro torácico anterior direito. Os resultados mostraram que ao passo a 1,8m/s, houve aumento no rendimento cardíaco durante a fase de recuperação, acelerando o equilíbrio ácido-base e retornando as concentrações sanguíneas de lactato aos valores normais mais rapidamente. Os autores concluíram que a limitação de movimentos após o exercício de carga máxima retarda a recuperação dos índices cardiopulmonares aos valores basais.

Exercícios moderados, especialmente quando praticados em condições de temperatura ambiental alta e umidade, aumentam a frequência respiratória, aumentando a ventilação, em parte para incrementar a perda de calor via evaporação respiratória. Como resultado deste aumento da respiração ocorre o desenvolvimento de alcalose respiratória devido ao aumento da liberação de dióxido de carbono alveolar. Esta situação ocorre mais comumente em cavalos que desempenham provas de resistência. Esta alcalose respiratória não causa alterações clínicas, mas tem importância na terapia proposta para cavalos exaustos após exercício, sendo contra indicadas soluções alcalinizantes (Milne, 1974).

### **2.3. Temperatura Retal**

A temperatura corporal é controlada pelo mecanismo de termorregulação dos animais. A temperatura retal (TR) dos equinos apresenta em média 38°C, podendo variar de 37,2°C a 38,6°. Durante o exercício o calor no corpo do animal aumenta, sendo este influenciado pela sua intensidade e duração, temperatura e umidade ambiente, hidratação do cavalo e espessura do seu pelo. A temperatura retal atinge picos em torno de 10 minutos após o fim de exercícios extenuantes, ficando em torno de 39-40°C e diminui nos 10 a 20 minutos seguintes (Clayton, 1991).

Ao longo do dia, com o aumento da atividade fisiológica, a temperatura corporal sofre variações sendo 0,5°C mais baixa pela manhã e 0,5°C mais elevada pela tarde. Também existem outros fatores que afetam a temperatura corporal, tais como: idade, na qual, potros devido o processo de crescimento e desenvolvimento associado com a maior taxa metabólica, apresentam diferença positiva de 0,3 a 0,6°C em relação aos adultos; sexo, pois nas fêmeas a TR é ligeiramente mais elevada que nos machos (Boffi, 2006).

Durante o exercício, o cavalo atleta utiliza como fonte energética a energia química acumulada que é transformada em energia mecânica, porém esse processo é relativamente ineficiente, devido cerca de 75-80% da energia ser liberada em forma de calor e assim ocorre aumento na temperatura corporal e interior do músculo. Se esse calor não for dissipado, a temperatura corporal pode se elevar à níveis ameaçadores a saúde do animal (McCutcheon e Geor, 2008).

Os mecanismos fisiológicos que efetuam a dissipação do calor são coordenados pelo sistema termorregulatório e são essenciais para um bom desempenho do animal atleta. Dentre os mecanismos existentes, o mais importante é a evaporação do suor (os equinos possuem um grande número de glândulas sudoríparas), seguido da evaporação pelo trato respiratório, onde essas atividades se complementam; porém animais com baixa capacidade respiratória normalmente trabalham mais ofegantes. Entretanto, estresse térmico induzido pelo exercício pode ocorrer quando a produção de calor excede a dissipação e geralmente ocorre quando os animais são submetidos a se exercitarem em condições ambientais adversas, como altas temperaturas, ou quando estão mal condicionados (McCutcheon e Geor, 2008).

Paludo *et al.*, (2002), citaram os elementos ambientais que mais afetam a temperatura corporal: temperatura e umidade do ar, radiação e vento. Em condição de estresse térmico, os equinos apresentam os seguintes sinais: aumento da FR e FC, sudorese, vasos periféricos aparentes na superfície corpórea e aumento da TR. Esta última nos permite avaliar se, em condições de estresse térmico, os animais conseguem manter sua temperatura dentro dos limites normais. O calor flui de um local para outro através dos mecanismos de transferência de calor que são condução, radiação, convecção (trocas sensíveis) e evaporação (troca latente), sendo que este último é o principal para a termorregulação dos cavalos.

De acordo com Santos *et al.* (2002), quando o exercício físico é efetuado em ambiente quente, cargas de calor são produzidas, impondo grandes demandas sobre a função termorregulatória, necessitando de redistribuição do calor, o que resulta em aumento da FC.

Animais adaptados a clima quente apresentam adaptações no mecanismo dissipador de calor que garante estabilidade cardiovascular, uma menor taxa de calor estocado e aumento na duração de exercício antes da fadiga. A cor da pelagem e o tamanho dos pêlos podem influenciar na termorregulação dos equinos, pois a cor afeta a quantidade

de radiação solar absorvida e pêlos longos podem limitar a perda de calor por evaporação (McCutcheon e Geor, 2008).

McConaghy (1994) relatou que os cavalos enfrentam temperaturas variáveis como 58°C no nordeste australiano a -40°C no oeste do Canadá. Apesar desta grande flutuação na temperatura ambiente, os equinos são capazes de manter sua temperatura corporal interna dentro de uma variação muito pequena devido a elaborados mecanismos termorregulatórios.

#### **2.4. Concentração de lactato**

O lactato ou ácido láctico permite diagnosticar o potencial da capacidade competitiva e a efetividade do treinamento. O exercício muscular requer suprimento constante de adenosina trifosfato (ATP) para fornecer energia necessária à contração. Como os estoques de ATP no músculo são muito baixos, o organismo possui vários mecanismos para obter energia, sendo o primeiro o desdobramento da fosfocreatina em creatina e fósforo inorgânico pela enzima creatina quinase, o que produz energia para apenas poucos segundos de trabalho. A principal fonte energética provém da quebra do glicogênio muscular e dos depósitos lipídicos (Boffi, 2007).

A glicose obtida pela quebra do glicogênio seguirá a via glicolítica, com a produção de piruvato. Na presença de oxigênio, o piruvato entra na mitocôndria e vai para o Ciclo de Krebs, enquanto que na ausência de O<sub>2</sub>, o piruvato é transformado em lactato pela enzima lactato desidrogenase, reoxidando o NADH e permitindo que a via glicolítica continue a fornecer ATP para a contração muscular. O lactato produzido segue por via circulatória ao fígado e retorna a piruvato no chamado ciclo de Cori, podendo ser novamente usado como fonte energética (Hodgson e Rose, 1994).

As principais fontes energéticas utilizadas para a produção de ATP são os carboidratos (glicose ou glicogênio muscular e hepático) e as gorduras (ácidos graxos). A produção de ATP pode ocorrer na presença (via *aeróbia*) ou na ausência (via *anaeróbia*) de oxigênio, sendo que, a definição da via metabólica utilizada depende essencialmente da velocidade e intensidade do gasto energético (Bergero *et al.*, 2005).

O ácido láctico contribui para a fadiga ao diminuir indiretamente o pH, o qual interfere no processo de contração muscular. Depois de um exercício máximo, o pH do sangue do equino diminui de 7,4 para aproximadamente 7. O ácido láctico é menor que a glicose e é facilmente transportado através da membrana celular por difusão aniônica, o que pode retardar o processo de acidificação, e com isso prolongar a capacidade do

músculo nas atividades anaeróbicas. Parte do ácido láctico é extraído do sangue arterial e usado como substrato energético pelo coração. O transporte do ácido láctico ao fígado, onde se converte em glicose e logo é recuperado pelo músculo, contribui para o reabastecimento do glicogênio muscular. Contudo quando aumenta a intensidade e duração do exercício, as fibras não são capazes de utilizar todo o lactato produzido. Neste ponto, as concentrações de lactato no sangue se elevam com rapidez, diminuindo o pH dos músculos e provocando fadiga. Este nível de intensidade de esforço é conhecido como limiar de lactato (Boffi, 2006).

Com o treinamento, as concentrações de lactato no sangue aumentam devido à maior capacidade do cavalo eliminar o lactato dos músculos, pois os eritrócitos atuam como reserva do excesso de lactato que os músculos não podem usar (Bayly e Kline, 2007).

Desta forma, quanto maior a intensidade do exercício, maior a participação da glicólise e da via anaeróbica, logo a concentração de lactato é uma boa indicação da intensidade do exercício realizado. Quando o cavalo está condicionado, aumenta a participação das rotas aeróbicas de produção de energia, o que retarda o acúmulo de lactato (Castejón *et al.*, 2007).

Evans (2009) afirmou que no repouso a concentração de lactato em cavalos é de aproximadamente 1 a 1,5 mmol/L. Em baixas velocidades esses valores não são modificados significativamente. Em velocidades moderadas o lactato começa a se acumular, e este acúmulo acontece mais rapidamente a partir de 4 mmol/L. Esta velocidade, definida como VLA<sub>4</sub>, é geralmente tomada como referência para determinação do limiar anaeróbio, ou a velocidade onde se tem o início do acúmulo de lactato sanguíneo (Couroucé, 1999). Porém a velocidade em que a concentração de lactato é de 2 mmol/L (VLA<sub>2</sub>) também é um parâmetro utilizado como referência.

A adoção do nível de VLA<sub>4</sub> foi utilizado por Gomide (2006) como referência para instituição de um treinamento aeróbico. O uso de treinamento realizado a 60% da VLA<sub>4</sub> com duração de 45 minutos, adicionados ou não de sessões com maior duração e menor intensidade, foram eficientes para induzir adaptações metabólicas necessárias em enduro de 60 km.

A concentração de lactato sanguíneo é uma variável de fácil aferição e possibilita avaliar o sistema de produção energético mais utilizado durante o exercício (Gomide *et al.*, 2006). Podem ser utilizados aparelhos portáteis, permitindo avaliação em tempo bastante curto, ou, caso seja possível, o uso de espectrofotômetro, no qual a coleta de

sangue deve ser realizada com tubos contendo fluoreto-oxalato para obtenção de plasma e avaliação posterior em laboratório.

## **2.5. Variáveis hematológicas e dosagens hormonais**

Amostras de sangue são frequentemente obtidas durante os testes de desempenho atlético, sendo o hemograma um requisito básico de avaliação. Quando um animal faz exercício, as alterações sanguíneas são notavelmente rápidas e, por esse motivo, as avaliações hematológicas têm sido utilizadas para determinar saúde, desempenho e condicionamento físico em equinos (McGowan, 2008).

A policitemia é uma consequência comprovada do exercício em equinos. O baço reage às catecolaminas liberadas durante a atividade física, com contração e liberação de um grande número de eritrócitos. Isto causa policitemia em curto prazo, com o objetivo de suprir a maior demanda de oxigênio requerida pelos músculos ativos. O aumento da capacidade de transporte de oxigênio associada à liberação de eritrócitos durante o exercício, isto é, maior concentração de hemoglobina, é um dos fatores mais importantes para a alta capacidade aeróbia dos equinos e depende da intensidade do exercício (Bayly e Kline, 2007).

Foi demonstrado que o treinamento acarreta aumento moderado nos valores de hematócrito, concentração de hemoglobina e contagem de hemácias quando comparados aos valores de repouso, permitindo maior aporte de oxigênio no exercício. No entanto, o hemograma de repouso deve ser avaliado com cautela, pois o grau de excitabilidade, tempo decorrido após o último exercício, condição nutricional e transporte interferem nos valores (McGowan, 2008).

O hematócrito e a hemoglobina são mais utilizados para avaliação nos testes de desempenho em equinos. De acordo com Kaneko *et al.* (1997), hematócrito e hemoglobina normais em cavalos tipo sanguíneo, em repouso, variam de 32-52% e 11-19 g/dL, respectivamente e de acordo com (Kingston, 2008) pode aumentar em 60-65% durante um exercício máximo.

As plaquetas tem a função de contribuir ao processo de coagulação para formar tampões de plaquetas quando os vasos sanguíneos são danificados. Existem aproximadamente 400.000 plaquetas/ml de sangue com uma vida média de 9 a 11 dias. Um exercício extenuante aumentaria a agregação plaquetária dos equinos. No entanto, foi demonstrado uma reação à agregação plaquetária significativamente menor em

cavalos com histórico clínico de hemorragia pulmonar induzida pelo exercício quando comparado com animais sem esses antecedentes (Boffi, 2006).

Kowal *et al.* (2006) fizeram avaliação hematológica em cavalos da raça Puro-Sangue Inglês num teste de esteira e observaram aumento da hemoconcentração de acordo com a intensidade do exercício, sugerindo este teste como forma de criar um modelo de padronização dos valores hematológicos durante o exercício para uma avaliação confiável de condicionamento.

Pereira *et al.* (2008b), avaliaram fêmeas da raça Mangalarga Machador e encontraram valores de hematócrito numericamente inferiores ao proposto por Kaneko *et al.* (1997), após 50 minutos de prova de marcha, sendo 30,72% para animais testemunha e 31,39% para os animais suplementados com cromo. Os autores afirmaram que a intensidade moderada do exercício (12 km/h) não causou alteração nos parâmetros hematológicos.

Silva *et al.* (2009) registraram valores médios basais de hematócrito e hemoglobina em cavalos da raça Puro Sangue Árabe não treinados, antes de exercício máximo em esteira, de  $30,8 \pm 1,29\%$  e  $11,15 \pm 0,64$  g/dL, respectivamente. Após o exercício registraram hematócrito de  $40,74 \pm 0,28$  e hemoglobina de  $14,6 \pm 0,17$ , atribuindo o aumento dessas variáveis à contração do baço.

Em relação às dosagens hormonais, estudos envolvendo equinos atletas a respeito de glicocorticóides liberados pela adrenal são direcionados às análises das concentrações de cortisol, pois este hormônio é liberado em maior quantidade, quando comparado com a cortisona, corticosterona e dextricosterona. Apesar de ser considerado o hormônio do estresse, o cortisol é liberado em várias situações, como no momento do exercício, onde exerce a importante função de estimular o aumento dos efeitos do glucagon e catecolaminas, sendo assim estimulador da gliconeogênese, mobilização de ácidos graxos e catabolismo proteico (McKeever e Gordon, 2008).

O exercício pode duplicar ou triplicar as concentrações de cortisol, registrando-se pico geralmente de 15 a 30 minutos após o término da prova. Nos equinos, a meia vida do cortisol possui cerca de uma a duas horas (Hodgson e Rose, 1994). Até mesmo com menores intensidades de trabalho, o cortisol plasmático aumenta quando o período de exercício é suficientemente longo. Espera-se que a liberação desse hormônio se encontre dentro da faixa de normalidade, já que o cortisol está envolvido na mobilização de substratos e controle metabólico do exercício.

A determinação de respostas hormonais para exercícios intensos têm sido útil para identificação de equinos que treinam em excesso. O treinamento excessivo foi associado à redução na concentração de cortisol após teste de exercício máximo em equinos de corrida, sendo que, em teste de exercício em esteira com velocidade máxima ou submáxima, o treinamento excessivo pode ser detectado em equinos pela evidente redução do condicionamento em associação com a redução do peso corporal e resposta do cortisol plasmático (Evans *et al.*, 2008).

Ferraz *et al.* (2010) estudaram o efeito de 90 dias de treinamento aeróbio (80% da VLa4), após um período de 8 meses de inatividade, em 12 equinos da raça Puro Sangue Árabe, realizando testes de esforço em esteira ergométrica antes e após o treinamento. Os autores verificaram que não houve diferença no repouso e, durante o exercício progressivo, verificaram que as concentrações de cortisol plasmático elevaram-se em relação ao aumento da intensidade de esforço, sendo maiores após o treinamento. Nesta ocasião, foi verificado um aumento de  $180 \pm 8$  (basal) para  $314 \pm 27$  nmol/L (aos 30min). Os autores afirmaram que esta variável pode ser utilizada como indicador de estímulo estressante adicional num programa de treinamento, como forma de evitar o sobre-treinamento.

Jordão (2009) avaliou éguas MM em prova de marcha, e encontrou concentração média de cortisol de 289,78 nmol/L antes da prova, e após 50 min de exercício aeróbio, a média foi de 600,13 nmol/L, sendo que aos 25 min após o final da prova os animais atingiram 466,07 nmol/L. Neste caso, provavelmente devido às características da prova de marcha, o pico não ocorreu após a prova, como preconizado por alguns estudos.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A compreensão dos parâmetros fisiológicos e bioquímicos é de fundamental importância para avaliar o programa de treinamento de equinos atletas; permitindo modificações ou até mesmo sugerindo um novo protocolo de treinamento.

#### 4. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.193-209.

BABUSCI, M.; LÓPEZ, E. F. Sistema cardiovascular. In: BOFFI F. M. **Fisiología Del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p.123-132.

BARLY W.; GEOR R. J.; HINCHCLIFF K. W. et al. **Equine Sport Medicine and Surgery basic and clinical sciences of the equine athlete**. Saunders Company, Philadelphia USA, 2004. p. 27, 55, 56 e 771.

BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. IN: BOFFI F. M. **Fisiología del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 145-151.

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

BOFFI, F. M. Metabolismos energéticos y ejercicio. In: \_\_\_\_\_ **Fisiología Del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. p. 3-15.

BOFFI, F. M. **Fisiología Del Ejercicio em Equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2006.

BUTLER, P.J.; WOAKES, A.J.; SMALE, K.; ROBERTS, C.A.; HILLIDGE, C.J.; SNOW, D.H.; MARLIN, D.J. Respiratory and cardiovascular adjustments during exercise of increasing intensity and during recovery in Thoroughbred racehorses. *The Journal of Experimental Biology*, v. 179, p.159-180, 1993.

CASTEJÓN, F.; RUBIO, M. D.; AGUERA, E. I. et al. Respuesta hematológica y plasmática AL ejercicio em cinta rodante. In: LOPEZ, G. E. V. **Valoración morfofuncional e la selección de reproductores del Caballo de Pura Raza Española**. Cordoba: Caja Rural. 2007. p.169-196.

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

COSTA, H.E.C.; **Exterior e Treinamento do cavalo**, 2001, 107p.

COUROUCÉ, A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **The Veterinary Journal**, v.157, p.112-122,1999.

Edwards, E.H. (2002). **Ultimate Horse**. Londres: Dorling Kindersley.

ERCK et al. Evaluation of oxygen consumption during field exercise tests in Standardbred trotters. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v.4, p. 43-49, 2007.

EVANS, D. **Training and Fitness in Athletic Horses**. Barton: RIRDC, 2000. 71p.

EVANS D. Exercise testing in the field. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.13-27.

EVANS, D. I Simpósio de Fisiologia do Exercício em Equinos, Resumo de Palestras, Universidade de São Paulo, 22 e 23 de agosto de 2009.

FERNANDES, W.R. **Avaliação clínica do sistema circulatório**. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária*. Simpósio Internacional do Cavalo de Esporte. IIIª Semana do Cavalo. Anais, n.19, p 69-75, 1997.

FERRAZ, G. C. **Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol**. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2006.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; PEREIRA, M. C.; LINARDI, R. L.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Influência do treinamento aeróbio

sobre o cortisol e glicose plasmáticos em equinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.23-29, 2010.

GANONG, W.F. (2005). **Review of Medical Physiology**. (22<sup>a</sup> edição). MacGraw-Hill.

GOMIDE, L. M. W. **Desenvolvimento de um programa de treinamento para equinos de enduro com base na curva velocidade-lactato**. Jaboticabal: UNESP, 2006. 58 f. Dissertação (Mestrado em Clínica Médica Veterinária) – UNESP, 2006.

GOMIDE, L. M. W.; MARTINS, C. B.; OROZCO, C. A. F.; SAMPAO, R.C.L.; BALDISSERA, T. B. V.; NETO, J. C. L. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v.36, n.2; p.509-513, 2006.

HINCHCLIFF, K.W., GEOR, R.J. e KANEPS, A.J. (2008). **Equine Exercise Philosophy: The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Saunders Elsevier.

HODGSON, R. D. e ROSE, R. J. **The Athletic Horse - principles and practice of equine medicine**. Philadelphia: Saunders Company, 1994. p.19 e 49-60.

HOLCOMBE, S.J. e DUCHARME, N.G. (2004). Upper airway function of normal horses during exercise. In K.W. Hinchcliff, A.J. Kaneps, e R.J. Geor, **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of the Equine Athlete**. (pp.541-558). Philadelphia: Saunders.

HUBBELL, J.A.; HINCHCLIFF, K.W.; MUIR, W.W.; ROBERTSON, J.T.; SAMS, R.A.; SHMALL, L.M. **Cardiorespiratory and metabolic effects of walking, standing and standing with a splint during the recuperative period from maximal exercise in horses**. American Journal of Veterinary Research, v. 58, n.9, p. 1003-1009, 1997.

JORDÃO, L. R. **Manejo nutricional e suplementação dietética com cromo em equinos Mangalarga Marchador em prova de marcha.** 2009. 101f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J.; BRUSS M. **Clinical biochemistry of domestic animals.** 5 ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse.** Philadelphia: Elsevier, 2008. p. 939-948.

KOWAL, R. J.; ALMOSNY, N. R. P.; CASCARDO, B. 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, n. 1, p. 25-31, 2006.

LA FORTUNA, C.L.; SAIBENE, F. Mechanics of breathing in horses at rest and during exercise. **The Journal of Experimental Biology**, v. 155, n.1, p. 245-259, 1991.

LINDNER, A.; SIGNORINI, R.; BRERO, L.; ARN, E.; MANCINI, R.; ENRIQUE, A. Effect of conditioning horses with short intervals at high speed on biochemical variables in blood. **Equine veterinary journal. Supplement**, v. 36, p. 88-92, 2006.

MCCUTCHEON, L. J; GEOR, R. J. Thermoregulation and exercise-associated heat stress. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse.** Philadelphia: Elsevier, 2008. p.382-394.

McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: *The Athletic Horse*. 9.ed. Philadelphia: 1994. p. 181-202.

McGOWAN, C. Clinical Pathology in the Racing Horse: **The role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse**. Veterinary Clinics – Equine Practice, v. 24, p. 405-421, 2008.

MCKEEVER, K. H.; GORDON, M. E. Endocrine alterations in the equine athlete. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR R. J.; KANEPS A. J. **Equine Exercise Physiology – The Science of Exercise in the Athletic Horse**. Philadelphia: Elsevier, 2008. p.274-294.

MILNE D.W.: Blood gases, acid-base balance and electrolyte enzyme changes in exercising horses. **J.S.Afr. Vet Assoc.** 45: 345, 1974.

MIRIAN, M. **Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem hipismo clássico**. 2008. 73 f. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade de São Paulo.

PALUDO, G.R.; McMANUS, C.; MELO, R.Q.; CARDOSO, A.G.; MELLO, F.P.S.; MOREIRA, M; FUCK, B.H. **Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.3, p.1130-1142, 2002.

PEREIRA, R. V. G.; REZENDE, A. S. C.; MOSS, P. C. B.; SILVA, V. P.; CARVALHO, L. E.; JORDÃO, L. R.; LANA, A. M. Q.; SOARES, A. **Parâmetros sanguíneos de equinos Mangalarga Marchador suplementados com cromo e alimentados com concentrado em diferentes horários antes da prova de marcha**. . In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2008, João Pessoa. Anais... João Pessoa: UFPB/ABZ, 2008b.

PERRONE, G.M., CAVIGLIA, J.F., GIMÉNEZ, R.; CHIAPPE, A.; GONZALEZ, G. **Análisis de parâmetros fisiológicos post competencia em diferentes deportes hípicas (saltos variados, pato, trote)**, 2006.

PRATES, R.C. **Parâmetros fisiológicos de éguas Mangalarga Marchador em provas de marcha e alimentadas com dietas suplementadas com cromo**. 2007. 47f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SANTOS, S.A.; SILVA, R.A.M.S.; AZEVEDO, J.R.M.; SIBUYA, C.Y.; ANARUMA, C.A.; SERENO, J.R.B. Evaluation of performance capacity of pantaneiro horses and other breeds during cavalcade through the pantanal. **Archivos de Zootecnia**, v. 51, n. 193, p. 121-128, 2002.

SILVA, L.A.C.; SANTOS, S.A.; SILVA, R.A.S; McMANUS, C.; PETZOLD, H. Adaptação do cavalo pantaneiro ao estresse da lida diária de gado no pantanal, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206, p. 509-513, 2005.

SILVA, M. A. G. **Concentração de lactato, eletrólitos e hemogasometria em equinos não treinados e treinados durante testes de esforço progressivo**. 2008. 108f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal.

SILVA, M. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE, L. M. W.; ALBERNAZ, R. M.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, J. C. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolaridade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira rolante. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol. 61, n.5, p. 1021-1027, 2009.

WEIGLE, G.E.; LANGSETMO, I.; GALLAGHER, R.R.; DYER, R.A.; ERICKSON, H.H.; FEEDE, M.R. Analysis of right ventricular function in the exercising horse: use of the Fourier Transform. **Equine Veterinary Journal**, v.32, n.2, p. 101-108, 2000.