

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS EM EQUINOS SUBMETIDOS A
DIETAS COM ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL E A
EXERCÍCIO FÍSICO DE LONGA DURAÇÃO**

Eduardo Villela Villaça Freitas
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL
Fevereiro de 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS EM EQUINOS SUBMETIDOS A
DIETAS COM ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL E A
EXERCÍCIO FÍSICO DE LONGA DURAÇÃO**

Eduardo Villela Villaça Freitas

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Fevereiro de 2007

F866v Freitas, Eduardo Villela Villaça
Variáveis fisiológicas em eqüínos submetidos a dietas com adição de óleo vegetal e a exercício físico de longa duração / Eduardo Villela Villaça Freitas. – – Jaboticabal, 2007
xiv, 54 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007
Orientador: Antonio de Queiroz Neto
Banca examinadora: Carlos Eduardo Furtado, Marcílio Dias Silveira da Mota, Jane Maria Bertocco Ezequiel, José Corrêa de Lacerda Neto
Bibliografia

1. Nutrição. 2. Fisiologia do Exercício. 3. Equinos. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619.612:766.1:636.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

EDUARDO VILLELA VILLAÇA FREITAS – nascido em Juiz de Fora, estado de Minas gerais, no dia 14 de setembro de 1970. Filho de Gilda Maria Villela Villaça Freitas e Hermenegildo Villaça Freitas, Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa, com início em 1994 e colação de grau em março de 1999. Mestre em Zootecnia em janeiro de 2002, área de concentração em Fisiologia Animal pela Universidade Federal de Viçosa. Em março de 2003 iniciou o curso de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, câmpus de Jaboticabal.

EPÍGRAFE

“O cavalo faz amigos”

DEDICATÓRIA

Ao meu filho João Pedro que ainda pula dentro da barriga.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Jaboticabal, à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade para a realização deste curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp pelo auxílio financeiro no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Antonio de Queiroz Neto, pela oportunidade de tê-lo como orientador.

Ao professor José Corrêa de Lacerda Neto, pela amizade, críticas e sugestões.

Aos demais membros da banca examinadora, professores Jane Bertocco Ezequiel, Carlos Eduardo Furtado e Marcílio Dias Silveira da Mota, pela atenção e pelas sugestões apresentadas.

Ao professor Euclydes pelo valioso auxílio nas análises estatísticas.

Aos amigos Wando, Bruna e Deco, pela amizade, dedicação e seriedade que manejaram os animais.

Aos cavalos: Chuchu, Velox, Thor, Prudente, Jânio, Liphar, Zanan, Boneca, Bacana, Janaína, Estrela, Maitê, Cherry, Queen, Matuta, Alzira(*in memorian*), Hannya, Latifa, Khadija e Jade pela amizade, disposição e paciência.

Aos amigos Finkado, Carla, Lina, Flora, Marcão, Raquel, Tales, André, Débora, Rebeca, Andrey, Rosely, Roberta, Felipe, Marlizi, Nara, Lesiane, Samira pelo companheirismo, amizade e ajuda sem a qual seria impossível a realização deste experimento.

A Cristina por ter participado da minha vida e incentivado a realização desta Pós-Graduação.

À Bel, Damares e Renata pela ajuda nas análises.

A Sandra e Oswaldo da fábrica de ração pela ajuda na confecção dos concentrados.

À Regina, Silvia, Yolanda, Walter, Sérgio, Marlene e familiares, pelo carinho e motivação.

Aos meus pais Gilda e Gigi, sempre presentes e torcedores pelo meu sucesso.

A minha amada esposa Fabiana por fazer parte da minha e preencher meus dias com muito amor e alegria.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta tese.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xiii
SUMMARY	xiv
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA	4
III. MATERIAL E MÉTODOS	12
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSSÃO	41
VI. CONCLUSÕES	50
VII REFERÊNCIAS	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Curva da concentração de lactato X velocidade, durante o teste do lacmin do cavalo 12 com respectiva equação de regressão. Limiar Anaeróbio em 1,81mmol/L a velocidade de 7,88m/s..... 17
- Figura 2. A-** Perfil da concentração plasmática de ácidos graxos livres (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 24
- Figura 3. A-** Perfil da concentração plasmática de triacilglicerol (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 25
- Figura 4. A-** Perfil da concentração plasmática de colesterol (mg/dL)antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 26
- Figura 5. A-** Perfil da concentração plasmática de lactato (mmol/L) antes e durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 27
- Figura 6.** Perfil da freqüência cardíaca antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km.... 28
- Figura 7. A-** Perfil da concentração sangüínea de hemoglobina (g/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 30
- Figura 8.** Perfil de hematócrito (%) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 h após teste..... 31

- Figura 9. A-** Perfil da concentração plasmática de insulina ($\mu\text{UI/mL}$) antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 33
- Figura 10. A-** Perfil da concentração plasmática de colesterol (mg/dL) livres antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 34
- Figura 11. A-** Perfil da concentração plasmática de glicose antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 35
- Figura 12. A-** Perfil da concentração plasmática de uréia (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 36
- Figura 13.** Perfil da concentração de glicogênio (mg/100g de músculo) antes e após percorridos 60km do teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 2-reposo e 6-60km..... 37
- Figura 14. A-** Perfil da concentração plasmática de proteína (g/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 38
- Figura 15. A-** Perfil da concentração plasmática de albumina (g/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito..... 39
- Figura 16.** Perfil da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética dos concentrados experimentais (Base na MS).....	13
Tabela 2. Quantidade de óleo de soja, energia e proteína de acordo com o consumo de cada concentrado para um cavalo de 370kg de peso....	14
Tabela 3. Distribuição dos animais nos cinco grupos (0, 6 12, 18 e 24 % de adição de óleo) com as respectivas idade e peso.....	15
Tabela 4. Análise bromatológica do feno de Tifton 85 (Base na MS).....	15
Tabela 5. Etapas de treinamento na esteira rolante, de acordo com o período de realização (tempo em min), intensidade do exercício (velocidade em m/s) e distância percorrida (m), realizadas três dias/semana.....	17
Tabela 6. Teste de resistência realizado em esteira rolante de alta performance	19
Tabela 8. Tempo médio gasto para conclusão do teste de resistência em esteira mecânica.....	22
Tabela 9. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de ácidos graxos livres (mg/dL) livres em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	23
Tabela 10. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de triacilgliceróis (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	24
Tabela 11. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de colesterol (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	26
Tabela 12. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração sangüínea de lactato (mmol/L) (Média $\pm$ EPM).....	27
Tabela 13. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a frequência cardíaca (bpm) (Média $\pm$ EPM).....	28
Tabela 14. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração sangüínea de hemoglobina (g/dL) (Média $\pm$ EPM).....	29
Tabela 15. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre o hematócrito (Média $\pm$ EPM).....	30

Tabela 16. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de insulina ($\mu\text{UI/mL}$) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	32
Tabela 17. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de cortisol (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	33
Tabela 18. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de glicose (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	34
Tabela 19. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de uréia (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	35
Tabela 20. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração de glicogênio (mg em 100g de músculo) no repouso e após percorridos 60km do teste de resistência em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	36
Tabela 21. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de proteína total (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	37
Tabela 22. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de albumina (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	39
Tabela 23. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) em eqüinos (Média $\pm$ EPM).....	40

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS EM EQUINOS SUBMETIDOS A DIETAS COM ADIÇÃO DE ÓLEO VEGETAL E A EXERCÍCIO FÍSICO DE LONGA DURAÇÃO

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento de concentrados contendo diferentes concentrações de óleo de soja sobre parâmetros bioquímicos, hematológicos e fisiológicos relacionados ao desempenho, sobre o perfil bioquímico de lípides e sobre a concentração do glicogênio muscular em eqüinos submetidos a exercício de longa duração. Vinte animais cruza árabe foram divididos em cinco grupos: 0, 6, 12, 18 e 24% de óleo de soja no concentrado. Os animais foram adaptados às dietas e submetidos a treinamento físico durante 48 dias. Após este período realizou-se teste de resistência de 80km em esteira rolante. Foram coletadas amostras de sangue antes, durante (a cada 20km) e 6h após o teste. Realizou-se biópsia muscular antes do teste e depois de percorridos 60km. Não observou-se efeito significativo da ingestão de óleo sobre as concentrações de ácidos graxos livres, triacilglicerol, colesterol, cortisol, lactato, hemoglobina, proteína total e glicose. O hematócrito, a frequência cardíaca e a temperatura retal também não foram influenciados significativamente pela ingestão de óleo. Depois de percorridos 20 e 80km observou-se diferença significativa entre os tratamentos na concentração de insulina e apenas nos 80km nas concentrações de uréia. A ingestão de óleo não afetou significativamente as concentrações do glicogênio muscular. Embora, não se observou redução significativa do glicogênio após percorridos 60km do teste de resistência no tratamento com 24% de óleo. A economia do glicogênio muscular pode ser decisiva para a manutenção do desempenho no final das competições.

Palavras-chave: ácidos graxos, energia, glicogênio, lactato, resistência, soja

PHYSIOLOGIC VARIABLES IN EQUINE SUBMITTED TO DIETS WITH ADDITION OF VEGETABLE OIL AND TO PHYSICAL EXERCISE OF LONG DURATION

SUMMARY - The aim of this study was to evaluate the effect supply of concentrate containing different concentrations of soy oil on parameters biochemical, hematological and physiologic related to the acting, on the biochemical profile of lípides and about the concentration of the muscular glycogen in equine submitted to exercise of long duration. Twenty crossbred Arabian horses were divided into 5 groups with received: 0, 6, 12, 18 and 24% of soybean oil. The animals were adapted to diets and submitted to an exercise training protocol during 48 days. After this period an 80-km simulated endurance test was performed on treadmill. Blood samples were drawn before, during (each 20 km) and 6 hours after the task. Muscular biopsies were done before and after 60km. Any significant difference was observed on plasma free fatty acid, triglycerides, cholesterol, cortisol, lactate, hemoglobin, total protein, glucose, hematocrit, heart rate and rectal temperature. Insulin concentration was the lowest in the first 20 km and at the end of the exercise for the 24% group, when compared to control (0%). The oil ingestion didn't affect the concentrations of the muscular glicogênio significantly, however, just in the treatment with 24% of oil significant reduction was not observed after having traveled 60km of the resistance test. The economy of the muscular glicogênio can be decisive for the maintenance of the performance in the end of the competitions.

Keywords: fatty acid, energy, glycogen, soybean, lactate, endurance

I. INTRODUÇÃO

O estudo da fisiologia do exercício encontra-se em expansão. A habilidade de nossos atletas e os bons resultados obtidos em várias competições mundiais impulsionaram a busca de conhecimento pelos profissionais envolvidos nas atividades desportivas, estimulando assim a pesquisa. Em relação aos eqüinos, também se tem observado a expansão do estudo da fisiologia do exercício, visto os excelentes resultados nos esportes eqüestres (salto, concurso completo de equitação, enduro, adestramento, corrida e pólo) e a grande utilização do cavalo nas atividades de terapia e lazer.

O desenvolvimento de metodologias e o aprimoramento das técnicas de avaliação do funcionamento dos diversos sistemas fisiológicos frente ao estresse provocado pela atividade física têm permitido verificar muitas das adaptações fisiológicas relacionadas ao treinamento sistemático. Entretanto, a mensuração do rendimento desportivo em atletas, em especial, os eqüinos, ainda tem algumas limitações que se iniciam na realização do experimento, pela dificuldade de disponibilidade, alojamento, manejo e treinamento dos animais, e se acentuam devido a influência de fatores como genética (raça, linhagem), idade, dieta, condições ambientais, integridade física e, principalmente, pela individualidade das respostas metabólicas.

O desempenho atlético está diretamente relacionado à capacidade do organismo em metabolizar substratos energéticos para a manutenção da atividade das células musculares. A produção de energia, por sua vez, depende da presença de substratos, como glicose, glicogênio, ácidos graxos e aminoácidos e de condições para que sejam catabolizados.

A quantidade e o tipo de substrato energético que é utilizado durante a atividade física dependem da duração e intensidade do esforço. Exercícios de curta duração e alta intensidade necessitam, rapidamente, de grande quantidade de energia, enquanto em exercícios de resistência, a energia é consumida lentamente. Porém a demanda de

energia nos exercícios de resistência, normalmente é bem maior. Os substratos mais utilizados pelas células musculares para produção de energia são a glicose, o glicogênio e os ácidos graxos livres (AGL). Durante os exercícios de longa duração e de média a baixa intensidade os AGL são o substrato preferencial das células musculares devido ao seu catabolismo produzir grande quantidade de energia e pelo fato do organismo possuir grande reserva corporal de lípidos. No entanto, há vários fatores que podem limitar sua utilização como: velocidade da demanda em energia, presença de oxigênio, mobilização e transporte dos AGL para dentro da célula e para dentro da mitocôndria e a presença e atividade de enzimas relacionadas ao seu catabolismo, dentre outros. Desta forma, quando há limitação para utilização dos AGL, o organismo disponibiliza outros substratos que possam ser catabolizados, como a glicose e o glicogênio. A glicose é utilizada pelas células musculares, porém, é importantíssimo manter as concentrações plasmáticas desta molécula para o funcionamento adequado do sistema nervoso central e dos eritrócitos, pois este é o principal substrato energético utilizado por estes sistemas. O glicogênio muscular então é mobilizado, porém suas reservas são limitadas e dependentes da quantidade e tamanho das fibras glicolíticas presentes na musculatura em atividade. Logo, quanto mais e por mais tempo os AGL forem utilizados para produção de energia maior será a capacidade do organismo de manter a atividade física e conseqüentemente melhorar o desempenho.

Há vários anos, pesquisadores têm trabalhado tanto na espécie eqüina, como canina e também em humanos, na tentativa de melhorar o desempenho atlético, aumentando a eficiência do metabolismo energético, por meio da maior utilização de AGL como substrato. Várias linhas de pesquisa destacam a utilização de dietas com maior teor de lípidos. De acordo com os trabalhos, o consumo de lípidos concomitante à atividade física pode promover aumento do metabolismo de AGL durante o exercício, economizando o glicogênio e, conseqüentemente, retardando a fadiga por falta de energia.

Considerando as hipóteses de que o fornecimento de óleo vegetal na alimentação e o treinamento físico aumentam a utilização de ácidos graxos livres para

produção de energia durante o exercício prolongado e que, concomitantemente, ocorre economia na utilização do glicogênio muscular, fato este que retardaria o desenvolvimento de fadiga produzindo melhor desempenho, decidiu-se desenvolver este trabalho com o objetivo de:

1. Avaliar o efeito do fornecimento de concentrados contendo diferentes concentrações de óleo sobre parâmetros bioquímicos, hematológicos e fisiológicos relacionados ao desempenho;
2. Determinar o perfil bioquímico de lípidos de eqüinos consumindo diferentes quantidades de óleo vegetal;
3. Avaliar a economia do glicogênio muscular após a realização de exercício prolongado em eqüinos recebendo concentrado contendo diferentes concentrações de óleo vegetal;
4. Avaliar se a adição de óleo vegetal ao concentrado diminuiu a produção de lactato;
5. Fornecer subsídios para formulação de dietas de cavalos de esporte.

II. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Substratos para a produção de energia

De acordo com JONES (1989), as principais reservas energéticas do organismo são constituídas pelo glicogênio hepático e muscular e pelos triacilgliceróis do tecido adiposo. Os estoques intracelulares de nutrientes ocorrem na forma de glicogênio e triacilgliceróis, enquanto que nos extracelulares, a glicose e os ácidos graxos livres (AGL), chegam aos músculos por meio do sangue provenientes da mobilização do glicogênio armazenado no fígado e da gordura depositada no tecido adiposo, respectivamente. Os lípides contribuem significativamente para o metabolismo energético durante o exercício físico por serem fontes concentradas de energia e, segundo, GOODMAN et al. (1973), podem ser utilizados eficientemente pelos cavalos.

De acordo com LAWRENCE (1994) ainda não está determinado quanto a proteína é importante como combustível para os eqüinos em exercício físico. Segundo a mesma autora, dados sobre outras espécies animais estimam que o catabolismo protéico contribui com 5 a 15% da energia oxidativa produzida. O aumento das concentrações de uréia no sangue de cavalos de enduro pode refletir rápido catabolismo da proteína visando a gluconeogênese em situações de esgotamento do glicogênio (FRAPE, 1998).

A estimativa do estoque de energia em um cavalo de 500kg realizados por McMIKEN (1983) foram da ordem de 715.526kJ, assim distribuídos: o trifosfato de adenosina (ATP) 38kJ, o fosfato de creatina (CP) 188kJ, o glicogênio 75.300kJ e a gordura 640.000kJ. Destes, o glicogênio e as gorduras são as maiores fontes disponíveis de energia para regeneração de composto fosfato de alta energia. Observa-se grande vantagem bioenergética de se utilizar os lípides nos processos oxidativos. A oxidação de um mol de glicose em condições aeróbias leva à formação de 38 moles de ATP, enquanto a oxidação de um mol de palmitato (ácido graxo livre) resulta na formação de 129 moles de ATP. No entanto, o gasto de oxigênio para tal também é

elevado. A queima de um grama de lipídeo numa câmara calórimétrica requer 2019mL de oxigênio, enquanto, para um grama de carboidrato a necessidade de oxigênio é de apenas 828mL (BALDISSERA,1997).

A ventilação pulmonar apresenta adaptações notáveis em animais submetidos a desempenho aeróbio constante. Os eqüinos são capazes de aumentar seu consumo de oxigênio mais de 40 vezes entre o repouso e o exercício máximo, o que pode ser considerado o mais alto alcance aeróbio entre os mamíferos (ERICKSON, 1998). Isto contribui de forma marcante para a grande capacidade dos eqüinos em produzir maior quantidade de ATP para as contrações musculares pelos processos oxidativos, utilizando mais eficientemente as fontes de energia disponíveis, sejam elas lípides, carboidratos ou proteínas.

2.2. Metabolismo energético

O controle da utilização de substrato envolve complexa regulação metabólica nas células musculares. Durante os períodos em que o fluxo sanguíneo para o músculo é adequado para fornecer oxigênio e ácidos graxos livres, este substrato parece ser o preferido pelas células para fornecer energia. A regulação do metabolismo energético está diretamente relacionada à força e à velocidade da contração muscular, à disponibilidade de substratos e/ou à presença de metabólitos. Assim, de acordo com a intensidade do exercício, ocorre equilíbrio entre as vias anaeróbias e aeróbias (ERICKSON, 1998).

Segundo este autor, a proporção dos combustíveis utilizados no exercício também depende do envolvimento de diferentes tipos de músculos, pois há diferentes proporções dos tipos de fibras musculares entre os músculos. De acordo com ROSE & HODGSON (1994), as fibras musculares de cavalos podem ser classificadas em três tipos básicos. O primeiro tipo é chamado de fibras de contração rápida, caracterizado pela grande força de contração e que exige metabolismo anaeróbio (tipo de fibra predominante no cavalo Quarto de Milha de corrida); o segundo, representa o tipo intermediário de fibra, com grande força de contração, e que possui metabolismo tanto

aeróbio como anaeróbio (fibra característica de cavalos de corrida de média distância, Puro Sangue Inglês - PSI). O terceiro tipo é chamado de fibra de contração lenta, onde o metabolismo é aeróbio e as fibras são menores (fibra predominante no cavalo Árabe). O tipo de fibra muscular de um animal é fator genético, porém pequenas mudanças neste perfil podem ser implementadas com o exercício (FRAPE, 1998).

A produção anaeróbia de energia é significativamente rápida, porém produz quantidade limitada de energia. As vias aeróbias são mais complexas e significativamente mais lentas, mas produzem aproximadamente 13 vezes mais ATP por molécula de glicose que as vias anaeróbias (EATON, 1994). A via glicolítica anaeróbia tem produção líquida de três moléculas de ATP a partir da molécula de glicose liberada pela quebra do glicogênio ou duas moléculas de ATP a partir da molécula de glicose sanguínea, enquanto, o metabolismo aeróbio produz 38 e 39 moléculas de ATP utilizando os mesmos substratos, respectivamente.

Segundo JONES (1989), o metabolismo aeróbio não termina subitamente com o início abrupto do anaeróbio, ou vice e versa, pois, em todos os níveis de exercícios há contribuição tanto da glicólise anaeróbia quanto da fosforilação oxidativa para produção de ATP. Devido a essas características, o conhecimento das vias que podem liberar energia é pré-requisito para o reconhecimento da capacidade de exercício do animal e de sua resposta ao treinamento.

2.3. Mobilização de ácidos graxos

Segundo BEITZ (1998) dentre os fatores que influenciam a concentração de lipídeos plasmáticos incluem-se a quantidade e o tipo de lipídeo dietético, o tempo após o consumo de alimentos, a saúde e a idade do animal, o exercício e o equilíbrio hormonal. JONES et al. (1992), MEYER (1995), FRAPE (1998) e FREITAS (2002) observaram que o exercício físico promove aumento das concentrações de AGL no sangue em decorrência da mobilização das reservas corporais, disponibilizando assim os lipídeos para serem utilizados como fonte de energia. Segundo ROSE & HODGSON (1994), a lipólise resulta em elevada concentração sanguínea de ácidos graxos e

glicerol. Os ácidos graxos normalmente são utilizados pelo músculo e o glicerol pode atuar como substrato para a gliconeogênese hepática.

A elevação da concentração plasmática de AGL não reflete necessariamente aumento da taxa de lipólise, mas pode ocorrer simplesmente aumento da liberação de AGL como resultado da redução do “turnover” e ou da retenção de AGL pelos adipócitos (DUNNETT et al., 2002).

A mobilização de AGL nos eqüinos está mais relacionada à duração do exercício que a sua intensidade. Segundo LAWRENCE (1994), a importância dos lípides como combustível durante o exercício diminui com o aumento da intensidade, entretanto, mesmo durante exercícios de altíssimas intensidades, os lípides são catabolizados para produção de energia. De acordo com os trabalhos de GOODMAN et al. (1973) e FREITAS (2002) os cavalos com melhor condicionamento físico conseguem mobilizar e metabolizar os ácidos graxos mais eficientemente que os animais com pouco condicionamento. Isto segundo ROSE (1986), pode ser consequência das maiores e mais importantes adaptações ao treinamento de resistência as quais se caracterizam pelo aumento no músculo esquelético das concentrações de enzimas das vias associadas ao início e ao fim da β -oxidação. O resultado dessas alterações é o aumento da capacidade de trabalho devido à grande oxidação das gorduras e a pequena utilização de glicogênio.

Segundo trabalhos de ESSÉN et al. (1980) e RIVERO et al. (1995), podem ocorrer alterações durante o exercício físico na atividade de várias enzimas na fibra muscular, que representam importantes vias metabólicas geradoras de energia. Além disso, a duração do período de treinamento e a intensidade do exercício podem causar aumento de atividade destas enzimas.

De acordo com LAWRENCE (1994), estudos têm demonstrado que durante os exercícios físicos os eqüinos que apresentam elevada concentração plasmática de AGL podem aumentar a proporção de energia derivada da queima de lípides e diminuir a quantidade de glicogênio muscular utilizada.

2.4. Influência hormonal na lipólise

Segundo ROSE (1986), os ácidos graxos podem ser mobilizados de vários depósitos corporais sob influência hormonal, promovendo, então, aumento da concentração de AGL ligados à albumina na circulação sanguínea, para serem transportados para o músculo em trabalho.

Há diversos hormônios envolvidos no controle do processo de hidrólise do triacilglicerol em células gordurosas do tecido adiposo. A lipólise de triacilgliceróis e a subsequente liberação de AGL pelo tecido adiposo é estimulada pela noradrenalina, adrenalina, glucagon e hormônio adrenocorticotrófico. A atuação destes hormônios lipolíticos resulta em ativação da lipase hormônio sensível, que cataliza a hidrólise de triacilglicerol, produzindo diacilglicerol e ácido graxo (AG). Os glicocorticóides e hormônios tireóideos não têm efeito lipolítico direto, mas facilitam ou permitem a ação de outros hormônios lipolíticos (BEITZ, 1998). De acordo com ERICKSON (1998), no cavalo o glicocorticóide dominante é o cortisol, que aumenta durante e imediatamente após o exercício na maioria das espécies. Em conjunto com outros hormônios, os glicocorticóides exercem seu efeito a nível nuclear, aumentando a síntese de RNA que estabelece o código para a síntese protéica. Entre as enzimas produzidas, há várias que desaminam aminoácidos e estimulam a síntese de glicose, a glicogenólise hepática e a lipólise. Essas ações facilitam o metabolismo a gerar combustível adicional destinado ao exercício submáximo.

Por outro lado, a insulina diminui a atividade da lipase hormônio sensível. Este hormônio promove menor concentração de AGL no plasma sanguíneo e maior taxa de deposição de triacilglicerol ou gordura no tecido adiposo. Em consequência ocorre maior penetração de glicose através da membrana celular e também aumento da atividade, provavelmente ao nível de gene, de várias enzimas lipogênicas (BEITZ, 1998).

2.5. Adição de óleo na dieta

A alimentação do equino atleta tem como objetivo fornecer nutrientes em qualidade e quantidade necessários para suprir as exigências de manutenção e realização da atividade física. O pasto e/ou suplementação com volumosos, dependendo de sua qualidade, são capazes de suprir a exigência energética para manutenção. Segundo KANE et al. (1979) a ingestão de dietas convencionais à base de forrageiras por cavalos submetidos a exercício físico não é capaz de suprir as necessidades energéticas, ocorrendo perda de peso nesses animais. De acordo com esses mesmos autores, uma vez que o consumo de matéria seca está maximizado, o consumo de energia pode ser incrementado com a substituição de parte da forragem por concentrado, porém, distúrbios digestivos podem se manifestar quando insuficiente quantidade de forragem está disponível e quantidade excessiva de carboidratos é consumida. A inclusão de óleo ou gordura nas dietas resulta num aumento do consumo de energia sem que ocorra a ameaça dos efeitos contrários relacionados ao excesso de consumo de carboidratos solúveis (MEYER, 1995).

A energia é o fator nutricional cuja exigência sofre maior influência do trabalho físico, já que a manutenção da contração muscular durante o exercício requer o fornecimento de cerca de quatro vezes mais energia química do que em repouso (HINTZ, 1997 e ERICKSON, 1998). De acordo com LEWIS (1995) os gastos de energia do cavalo podem aumentar de 10 a 20 vezes durante prova de resistência, exigindo uma dieta rica em energia para repor as perdas e manter a atividade física. Cavalos de alto desempenho devem ingerir alimentos de alta densidade energética para permitir o alto consumo de energia e desta forma atender as exigências nutricionais (MEYER, 1995). Em consequência disto, há necessidade de mais pesquisas de utilização de ingredientes alternativos de alta densidade energética, como os óleos vegetais, nas dietas dos equinos atletas, e sua influência no desempenho.

Segundo LAWRENCE (1994), os óleos e gorduras são alimentos com maior densidade energética que os grãos. Tomando como base a energia digestível, os lípides contêm 2,25 vezes mais energia por grama que os carboidratos. Uma vez digeridos e absorvidos, os lípides são usados eficientemente pelo corpo para produção e armazenamento de energia. De acordo com EATON (1994), os óleos vegetais são

fontes de ácidos graxos facilmente disponíveis, podendo ser usados como suplemento na dieta.

Trabalhos de pesquisa têm demonstrado que os eqüinos conseguem digerir os lípides eficientemente e que a sua adição à dieta tem trazido benefícios, principalmente, para os animais de enduro (FRAPE, 1998). KANE et al. (1979) observaram que pôneis podem converter a energia digestível do óleo de milho em energia líquida com eficiência de 85%, a qual é maior do que a das dietas convencionais com grãos e feno, menor que 60%. De acordo com SNOW (1994), os cavalos podem tolerar gordura ou óleo em concentrações consideradas extremamente altas em relação às dietas normais. Logo, como são alimentos de alta densidade energética, podem ser usados para aumentar o consumo de energia de cavalos com alta demanda de energia como os cavalos de enduro.

De acordo com HINTZ (1997), os óleos ou gorduras devem ser consumidos pelo menos um mês antes de qualquer evento para que haja adaptação enzimática, sendo que que três meses são ainda mais eficientes. Segundo este autor, um mínimo de 500g de gordura suplementar deve ser fornecido diariamente para se obter os efeitos metabólicos desejados e que o aumento gradual de até 1000g tem sido sugerido para um máximo resultado.

JONES et al. (1992) relataram que a suplementação com óleo ou gordura promove aumento do armazenamento e redução da mobilização do glicogênio. Segundo estes pesquisadores, isto pode ser consequência da maior utilização dos ácidos graxos como substrato para a produção de energia, favorecendo a melhora da eficiência da performance aeróbia e anaeróbia. Porém, isto não sugere que cavalos de performance em alta intensidade passem a utilizar grande quantidade de ácidos graxos para produção de energia, pois o substrato para a produção de ATP durante exercícios intensos continuará sendo os carboidratos. Segundo SNOW (1994), com o aumento do consumo de lípides pode-se melhorar o desempenho tanto dos cavalos de enduro como os de corrida, em consequência de possível aumento das concentrações de glicogênio muscular.

MEYERS et al. (1987) observaram durante testes de esforço físico melhora no desempenho dos animais que receberam suplementação com óleo ou gordura. Segundo esses autores, a melhora na performance pode estar relacionada ao aumento das reservas de glicogênio e/ou às dietas ricas em óleo ou gordura induzirem incremento na utilização dos lípides, promovendo a economia de glicogênio.

Utilizando seis pôneis, JONES et al. (1992) observaram aumento de 46% nas concentrações de glicogênio muscular com a suplementação de 12% de gordura. Entretanto, quando a concentração de gordura foi elevada para 16%, o glicogênio armazenado diminuiu, retornando ao valor apresentado antes da suplementação com gordura.

Outro benefício da utilização do óleo é na termorregulação, de acordo com NUNES (1995), os óleos aumentam a eficiência de utilização da energia consumida, devido ao menor incremento calórico do metabolismo de lípides.

A resposta à suplementação com óleo na dieta de eqüinos pode variar entre indivíduos, particularmente em relação à habilidade em usar os lípides como substrato energético durante o exercício (HAMBLETON et al., 1980).

Embora estes trabalhos demonstrem que as proporções de energia geradas pelos carboidratos e gorduras possam alterar a performance dos eqüinos por meio da manipulação das dietas e do condicionamento físico, a proporção ideal dessas fontes de energia na dieta para diferentes intensidade e duração de exercícios ainda precisa ser determinada.

III. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Concentrado: ingredientes e composição química

Foram formulados cinco concentrados com 0, 6, 12, 18 e 24% de óleo de soja refinado, seguindo a composição nutricional dos alimentos e a exigência para cavalo de 370kg submetidos a trabalho moderado de acordo com o NRC (1989). Além do óleo foram utilizados fubá de milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário e premix mineral e vitamínico. Na Tabela 1 encontra-se a composição centesimal, química e energética dos concentrados experimentais.

Amostras dos concentrados foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá para determinação da composição química (Tabela 1). Os ingredientes foram analisados quanto à matéria seca, proteína bruta, energia bruta, matéria mineral, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido (SILVA, 1990).

Como não foi possível a formulação de concentrados isoenergéticos e isoprotéicos, devido a grande adição de óleo nos grupos 18 e 24%, o ajuste foi realizado por meio da quantidade de concentrado fornecido para que o consumo de nutrientes e energia fosse o mesmo. Na Tabela 2 encontra-se a quantidade de óleo de soja, nutrientes e energia fornecidas de acordo com o consumo de cada concentrado considerando-se um cavalo de 370kg de peso.

3.2. Animais e manejo

Vinte eqüinos cruza árabe sendo sete machos e 13 fêmeas, pertencentes ao Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal e as propriedades particulares foram divididos em cinco grupos (0, 6, 12, 18 e 24 % de óleo no concentrado) de acordo com a idade e o sexo para que fossem o mais homogêneos possível (Tabela 3).

Tabela 1. Composição centesimal, química e energética dos concentrados experimentais (Base na MS)

Ingredientes (%)	% de Óleo de Soja Adicionado				
	0	6	12	18	24
Milho Grão	84,45	73,65	60,15	48,10	38,85
Farelo de soja	13,20	17,75	25,00	30,75	34,00
Óleo de soja ¹	0,00	6,00	12,00	18,00	24,00
Calcário	0,96	1,00	1,05	1,00	1,00
Fosfato bicálcio	0,20	0,30	0,40	0,65	0,65
Sal comum	1,00	1,10	1,20	1,30	1,30
Premix ²	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	100	100	100	100	100
Valores Calculados					
ED* Mcal/kg	3,304	3,580	3,852	4,104	4,411
Ca (%)	0,46	0,52	0,59	0,65	0,66
P (%)	0,34	0,35	0,37	0,42	0,45
Na (%)	0,42	0,47	0,52	0,55	0,56
Valores Observados					
EB* Mcal/kg	4,213	4,386	4,436	4,976	5,235
PB* (%)	14,06	14,86	15,45	17,83	18,76
MS* (%)	93,12	94,00	89,00	90,20	91,25
MM* (%)	4,0	4,0	3,0	5,0	5,0
EE* (%)	3,52	8,80	10,60	19,70	22,73
FDN* (%)	13,94	13,30	13,40	12,9	11,9
FDA* (%)	3,44	3,74	4,02	4,85	5,52

¹ Óleo de soja refinado ; ² Premix: P-72g, Ca-191g, Na-68,25, Cl-105,00, Mg-27,5, S-14,963g, Zn-1500,00mg, Cu-250,00mg, Mn-1000,00mg, Fe-1000,00, Co-12,24mg, I-20,00mg, Se-2,25mg, Fl(max)-0,72, Vit A 1600000UI, Vit D3 200000UI, Vit E 3000UI, Vit K3 636mg, Vit B1 1200mg, Vit B2 1600mg, Vit B12 3300mg, Ác. Pantotênico 3300mg, Biotina 20mg, Ác. Nicotínico-6000mg, Ác. Fólico-200mg, Colina 40g, L-lisina 25g, Antioxidante 200mg,

*Energia digestível (ED), energia bruta (EB), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido

No início do experimento foi realizado exame clínico em todos os animais para se avaliar a condição em participar do experimento. O exame foi realizado com os animais ao passo e trote, conduzidos por cabresto em superfície dura, observando-se a movimentação da cabeça, do tronco e coordenação dos membros, em vista anterior e posterior para verificar a presença de claudicação. Por meio de exame sistemático de

palpação buscou-se registrar ausência de sensibilidade dorsal, nos membros e casco (pinça de cascos). Também foi coletado sangue para análise de hemograma e leucograma completos.

Os animais permaneceram confinados individualmente, em boxe individuais do Setor de Equinocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, com água e sal mineral à vontade. O fornecimento de feno de *Cynodon dactylon* (Tifton 85) durante o período experimental seguiu a proporção 60:40 (volumoso:concentrado) para um consumo total de matéria seca de 2% do peso. Amostras de feno foram analisadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá para determinação da composição química (Tabela 4) (SILVA, 1990).

Tabela 2. Quantidade fornecida de óleo de soja, energia e proteína de acordo com o consumo de cada concentrado para um cavalo de 370kg de peso

	% de Óleo de Soja Adicionado				
	0	6	12	18	24
Concentrado(kg)	3,51	3,26	2,74	2,51	2,45
Óleo de soja (kg)	0,000	0,174	0,324	0,468	0,588
ED Mcal	11,02	11,02	11,02	11,02	11,03
PB (g)	421	421	421	421	421

O concentrado foi fornecido em cochos individuais duas vezes ao dia. O óleo foi adicionado aos concentrados no momento do fornecimento, evitando-se assim a possível rancificação na armazenagem devido ao alto teor de extrato etéreo (EE). O consumo de energia e proteína bruta foi proporcional ao peso metabólico ($P^{0,75}$ kg) de cada animal, seguindo as tabelas de exigência do NRC (1989) para animais submetidos a exercício moderado. Os animais receberam as dietas experimentais durante 45 dias.

Os cavalos foram casqueados a cada 30 dias e o ferrageamento foi feito de acordo com a necessidade de cada animal. Foram realizados controles de endo e ectoparasitas no início do experimento.

Tabela 3. Distribuição dos animais nos cinco grupos (0, 6 12, 18 e 24 % de adição de óleo) com as respectivas idade e peso

Grupo	Animal	Sexo	Idade (anos)	Média	Peso (kg)	Média
0	1	F	4	7	360	361,25
	2	F	6		335	
	3	F	7		390	
	4	M	11		360	
6	5	F	6	7,5	314	377,50
	6	F	7		390	
	7	M	8		410	
	8	M	9		396	
12	9	F	6	7,5	340	382,25
	10	F	6		370	
	11	M	7		411	
	12	M	11		408	
18	13	F	6	8	358	364,00
	14	F	6		402	
	15	F	8		357	
	16	M	12		339	
24	17	F	5	7	323	376,00
	18	F	5		359	
	19	F	7		418	
	20	M	11		404	
Média			7,4		372,2	

Tabela 4. Análise bromatológica do feno de Tifton 85 (Base na MS)[#]

	EB Mcal/kg*	PB (%)*	MS (%)*	MM (%)*	EE (%)*	FDA (%)*	FDN (%)*
Feno	4,102	9,95	91,0	5,5	1,0	43,00	85,2

[#] Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá

*Energia Bruta (EB), proteína bruta (PB), matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA)

3.3. Treinamento

Previamente ao início da fase experimental, os animais foram submetidos a treinamento de equitação e adaptação ao manejo e à esteira mecânica, durante um período de 15 dias. Neste período foi fornecido a dieta experimental com 0% de óleo.

No final deste período, foi realizado teste na esteira rolante de alta performance para determinação do limiar anaeróbio, pelo Teste do Lacmim (TEGBUR et al., 1993). Este teste consistiu de 5 minutos de aquecimento a 4m/s com a esteira sem inclinação, depois, galope a 9m/s com a inclinação de 10% até que a concentração sangüínea de lactato atingisse 8mmol/L. Para esta mensuração foi realizada coleta de sangue a cada minuto. Após esta etapa foi realizado o desaquecimento a 3,5m/s até que concentração sangüínea de lactato reduzisse em 50%. Na próxima fase inclinou-se a esteira a 5% na velocidade de 4m/s. A cada dois minutos a velocidade foi aumentada em 1m/s e mensurado o lactato sangüíneo até ocorrer dois aumentos consecutivos na lactacidemia. Teste finalizado, o animal passava para o desaquecimento (3min a 3,5m/s e 5min a 1,7m/s) para que os parâmetros fisiológicos, frequência cardíaca e respiratória, voltassem próximo ao normal. O limiar anaeróbio foi calculado no ponto mínimo da curva da concentração sangüínea de lactato (Figura 1).

O programa de treinamento foi o mesmo para todos os animais durante 45 dias. Os cavalos trabalharam seis dias na semana, alternando exercício na esteira (Tabela 5) e na trilha, montados. Na etapa 5 do trabalho na esteira utilizou-se 80% da velocidade correspondente ao limiar anaeróbio, observado para cada cavalo no Teste de Lacmim. Esta velocidade variou de 6m/s a 7m/s. O trabalho em trilhas foi realizado a uma velocidade média de 9km/h durante duas horas sempre percorrendo o mesmo percurso com todos os animais. No dia de descanso os animais permaneciam soltos em piquete.

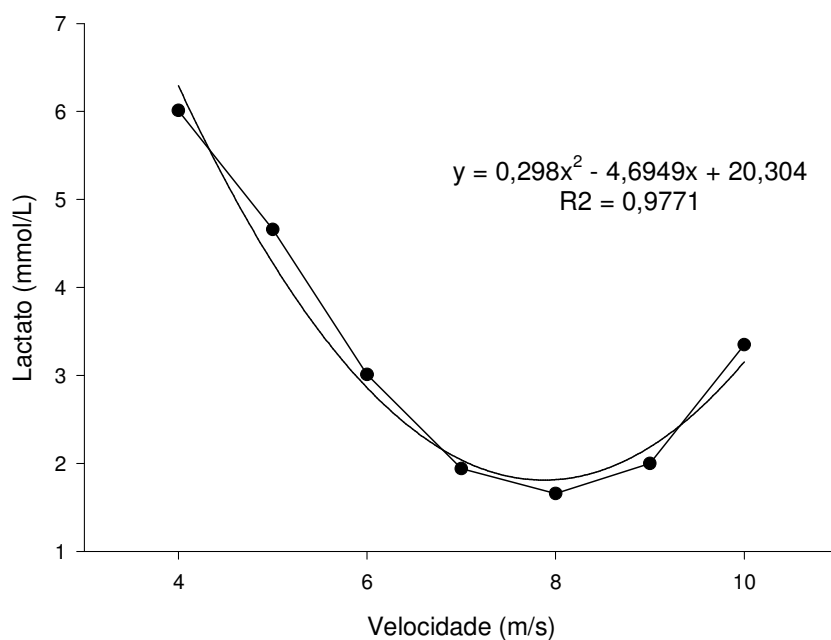


Figura 1. Curva da concentração de lactato X velocidade, durante o teste do lacmin do cavalo 12 com respectiva equação de regressão. Limiar Anaeróbio em 1,81mmol/L a velocidade de 7,88m/s

Tabela 5. Etapas de treinamento na esteira¹ rolante, de acordo com o período de realização (tempo em min), intensidade do exercício (velocidade em m/s) e distância percorrida (m), realizadas três dias/semana

Etapas	Tempo (min)	V (m/s)	Distância (m)
1	2	1,7	204
2	4	5	1200
3*	10	4	2400
4	2	4	480
5*	10	(6-7) [#]	3600-4200
6	2	3	360
7	7	5	2100
8	3	1,7	306
Total	35		10650-11250

* inclinação de 5%

[#] 80% da velocidade encontrada para o limiar anaeróbio no Teste de Lacmin

¹ Esteira rolante Galloper® Sahinco LTDA, Palmital, São Paulo, Brasil.

3.4. Teste de resistência

Ao final do período de 45 dias foram realizados os testes de resistência em esteira rolante de alta performance com a mesma duração e velocidade média para todos os animais (Tabela 6). O teste foi realizado por um animal de manhã e outro na parte da tarde durante 10 dias. Sendo que todos os grupos tiveram dois animais avaliados no período da manhã e dois no período da tarde. Foi fornecida metade da quantidade diária de concentrado e de feno quatro horas antes do teste para todos os animais. Antes do início do teste e imediatamente após os quatro anéis de 20 km foram feitas as coletas de sangue e a avaliação dos parâmetros fisiológicos (frequência cardíaca-FC e temperatura retal-TR). Após estes procedimentos no final de todos os anéis os cavalos foram retirados da esteira, resfriados e fornecida água à vontade. Cada animal dispunha de 20 minutos de repouso para que a frequência cardíaca atingisse o máximo 64 bpm ele se apresentasse no ponto de controle (PC). Neste PC foi avaliada: ocorrência de claudicação, FC, frequência respiratória (FR), tempo de preenchimento capilar (TPC), desidratação e sensibilidade muscular. Após a avaliação o animal permanecia em descanso por mais 30 minutos com água e feno à vontade.

A biópsia muscular foi realizada imediatamente após o 3^o anel. Também foi realizada coleta de sangue 6 horas após o término do teste. Durante todo o teste foram monitoradas a umidade e a temperatura ambiente utilizando um termohigrógrafo.

O sangue de cada animal foi colhido por via intravenosa diretamente em tubo com pressão negativa², e permaneceu armazenado em recipiente resfriado até ser centrifugado. Foram utilizados tubos contendo anticoagulante EDTA, EDTA e fluoreto de sódio, heparina e também sem anticoagulante para obtenção do soro. As amostras de sangue foram centrifugadas a 3500g em centrífuga³ refrigerada a 10^oC, para obtenção de plasma e o soro e armazenadas em ependorfes e congeladas para análises posteriores. As análises de determinação da glicose plasmática, hemoglobina e hematócrito foram realizadas no mesmo dia da coleta.

² Vacutainer System.

³ ALC Multispeed Refrigerated Centrifuge PK121R

Tabela 6. Teste de resistência realizado em esteira⁴ rolante de alta performance

Teste de resistência							
Anéis 1 e 3*				Anéis 2 e 4*			
Etapa	Tempo (min)	V (m/s)	Distância (m)	Etapa	Tempo (min)	V (m/s)	Distância (m)
1	2	1,7	204	1	2	1,7	204
2	4	5	1200	2	5	5	1500
3**	5	5	1500	3**	3	5	900
4	2	4	480	4**	5	7	2100
5**	10	7	4200	5	6	4	1440
6	6	4	1440	6	5	5	1500
7	5	5	1500	7	0,3	1,7	31
8	1,5	1,7	153	8	3	1,7	306
9	1,5	1,7	153	9	5	5	1500
9	5	5	1500	10**	5	5	1500
10**	5	5	1500	11	2	4	480
11	5	5	1500	12**	5	7	2100
12**	5	7	2100	13	6	3,5	1260
13	6	4	1440	14	0,3	1,7	31
14	3	5	900	15	0,3	1,7	31
15	3	1,7	306	16	4	5	1200
TOTAL	69		20076	17**	3	5	900
Velocidade média		4,85	(17,46 km/h)	18**	3	7	1260
*Anel sem inclinação **Inclinação 5%				19	4	3,5	840
				20	3	5	900
				21	3	1,7	306
				TOTAL	72,9		20288
				Velocidade média		4,64	(16,7 km/h)

Amostras do músculo estriado esquelético glúteo médio foram colhidas com os animais em tronco de contenção específico para eqüinos, em posição quadrupedal. As colheitas foram efetuadas de acordo com a metodologia preconizada por LINDHOLM & PIEHL (1974) e VALETTE et al (1999), utilizando a agulha de biópsia percutânea do tipo Bergström nº 6.0.

⁴ Esteira rolante Galloper® Sahinco LTDA, Palmital, São Paulo, Brasil.

3.5. Parâmetros avaliados

3.5.1. Perfil lipídico

As concentrações plasmáticas de triacilgliceróis e colesterol total foram determinados em espectrofotômetro⁵ por meio de “kits”⁶ comerciais. A concentração de ácidos graxos livres foi determinada em aparelho para leitura de placas de ELISA⁷, utilizando kit⁸ comercial e a técnica descrita por JOHNSON & PETERS (1993).

3.5.2. Parâmetros bioquímicos e hematológicos

Foram determinadas em espectrofotômetro⁹, por meio de “kits”¹⁰ comerciais, a glicose, proteínas totais, albumina, uréia e a concentração sangüínea de hemoglobina. O hematócrito foi determinado utilizando-se uma centrífuga para micro-hematócrito¹¹. O lactato sangüíneo foi mensurado em lactímetro¹², imediatamente após a coleta.

3.5.3. Hormônios

A concentração plasmática de cortisol e insulina foram determinadas por meio de técnicas de radioimuniensaio (RIA) com uso de “kits” da Diagnostic Products Corporation (DPC, Los Angeles/ EUA) adequados para leitura em contador gama.

3.5.4. Glicogênio muscular

Para a análise do glicogênio muscular foi selecionado o músculo esquelético glúteo médio, por participar ativamente da locomoção e ser um dos mais importantes músculos para a produção de força propulsora.

Amostras do músculo glúteo médio foram colhidas dos animais em tronco de contenção específico para eqüinos, em posição quadrupedal. As colheitas foram

⁵ Labquest

⁶ Labtest

⁷ Multiscan Ascent – Labsystem Rec. Tech., Helsinki, Finlândia.

⁸ Waco

⁹ Labquest

¹⁰ Labtest

¹¹ Celm

¹² YSI 1500 Sport L-Lactate Analyzer. YSI Incorporated, EUA.

efetuadas de acordo com a metodologia preconizada por LINDHOLM & PIEHL (1974) e VALETTE et al. (1999), utilizando a agulha de biópsia percutânea do tipo Bergström nº 6.0. As amostragens foram realizadas no lado esquerdo da garupa antes e no lado direito após percorridos 60km do teste de resistência.

Imediatamente após a colheita as amostras foram imersas em nitrogênio líquido e armazenadas em freezer a -70°C. A análise quantitativa de glicogênio foi realizada seguindo a técnica descrita por MOON et al. (1989).

3.6. Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi o de parcelas subdivididas com repetições no tempo (coletas) e quatro animais por tratamento. Nas parcelas os cinco tratamentos (0; 6; 12; 18 e 24% de óleo no concentrado) e na subparcelas as coletas (repouso, 20, 40, 60, 80km e 6h após o teste). Os dados foram analisados pelo pacote estatístico SAS® (Statistical Analyse System, 2000). Para comparação das médias foi utilizado o teste Student-Newman-Keuls (SNK) a 5% de probabilidade.

IV. RESULTADOS

Neste experimento foram fornecidos concentrado com altas concentrações de óleo de soja durante o período de 45 dias. Apesar da elevada quantidade de óleo nos tratamentos de 18 e 24%, os cavalos não apresentaram alteração na consistência das fezes e não reduziram o consumo da dieta.

O programa de treinamento utilizado mostrou-se eficiente em condicionar os cavalos para que realizassem o teste de resistência sem ocorrência de alterações clínicas.

O tempo médio gasto para conclusão do teste de resistência foi de 7h e 4minutos, sendo o maior tempo de 7h e 12 minutos para o tratamento com a inclusão de 1% de óleo. Já o menor tempo foi de 6h e 54minutos para o tratamento com 24%(Tabela 8).

Tabela 8 Tempo médio gasto para conclusão do teste de resistência em esteira mecânica

% de Óleo	0	6	12	18	24	Média
Tempo Médio (h:min)	07:12	07:02	07:08	07:03	06:54	07:12

A temperatura e umidade médias no Laboratório de Fisiologia do Exercício durante o teste de resistência foram de 23⁰C e 65% respectivamente.

As curvas dos parâmetros sangüíneos e plasmáticos mensurados foram corrigidas pelo hematócrito com a finalidade de se observar possível interferência da perda de líquido corporal.

4.1. Ácidos graxos livres

Não houve diferença significativa da concentração de ácidos graxos livres (AGL) entre os tratamentos em todas as coletas (Tabelas 9). Na mesma Tabela pode-se

observar que apenas o tratamento com 12% de óleo não apresentou efeito significativo do exercício sobre as concentrações de AGL. Na Figura 2A observar-se que a elevação das concentrações de AGL nos tratamentos 0, 6, 18 e 24% ocorreu concomitantemente ao exercício e que seis horas após o término do teste (coleta 6), os valores voltaram as concentrações basais em todos os tratamentos. A curva das concentrações de AGL corridas pelo hematócrito não apresentou modificações no perfil deste parâmetro (Figura 2A e 2B).

Tabela 9. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de ácidos graxos livres (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	86,92*	454,25*	813,97*	865,42*	615,58*	235,97*
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	11,43b	92,64ab	120,64a	95,11a	366,08a	101,03b
6	131,81**	382,06**	563,81**	728,15**	864,48**	255,31*
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	43,52c	77,40bc	317,68ab	240,29a	135,87a	237,80c
12	176,11**	504,65**	554,39**	625,02**	834,17*	340,36**
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	123,15a	302,84a	357,28a	270,80a	145,59a	365,50a
18	118,19**	384,98**	627,85**	667,98**	361,66*	309,19**
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	27,37b	145,75ab	139,63a	204,64a	347,78ab	341,67ab
24	113,00*	409,00*	610,33*	679,89*	774,56*	165,22*
	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$	$\pm$
	26,64c	219,70bc	156,44ab	168,93ab	161,90a	46,12c

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

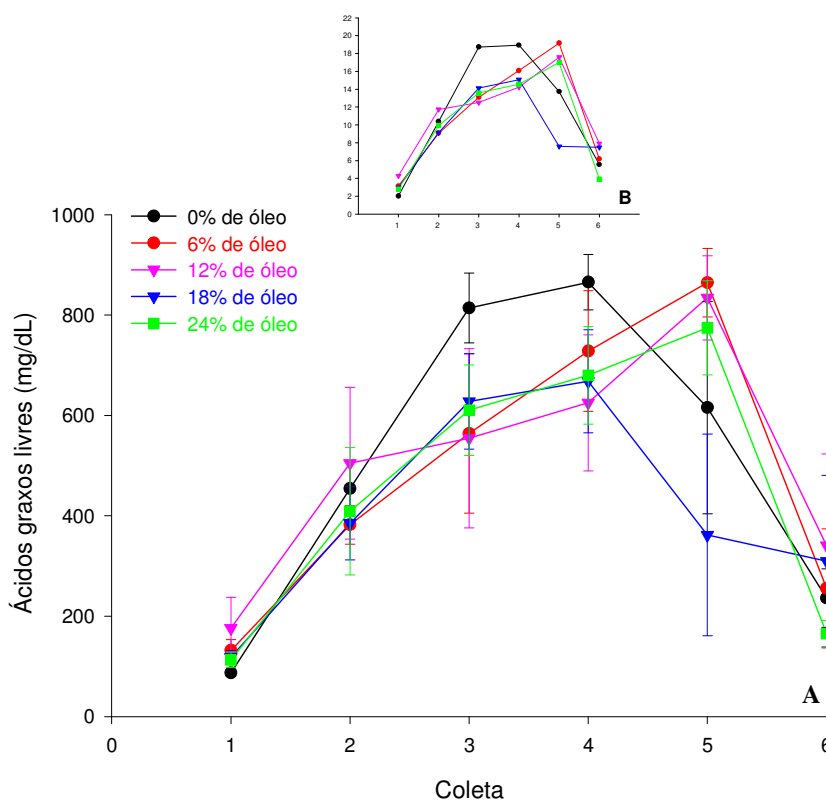


Figura 2. A- Perfil da concentração plasmática de ácidos graxos livres (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em equinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. B- Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 10. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de triacilgliceróis (mg/dL) em equinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	26,33 $\pm$ 13,20a	35,30 $\pm$ 13,65a	43,27 $\pm$ 12,70a	41,77 $\pm$ 8,03a	48,90 $\pm$ 15,27a	25,10 $\pm$ 6,30a
6	15,53 $\pm$ 2,70b	17,18 $\pm$ 5,21b	29,75 $\pm$ 6,87a	39,30 $\pm$ 3,81a	40,10 $\pm$ 12,10a	16,90 $\pm$ 4,92b
12	55,21 $\pm$ 43,21a	66,90 $\pm$ 38,32a	73,11 $\pm$ 44,85a	83,63 $\pm$ 50,19a	86,556 $\pm$ 17,04a	75,90 $\pm$ 60,68a
18	55,73 $\pm$ 32,52a	65,55 $\pm$ 42,27a	71,00 $\pm$ 47,61a	75,33 $\pm$ 50,64a	67,73 $\pm$ 38,20a	63,88 $\pm$ 49,40a
24	31,90 $\pm$ 17,05a	30,57 $\pm$ 19,31a	46,93 $\pm$ 24,62a	63,37 $\pm$ 37,34a	62,63 $\pm$ 38,58a	39,67 $\pm$ 36,98a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

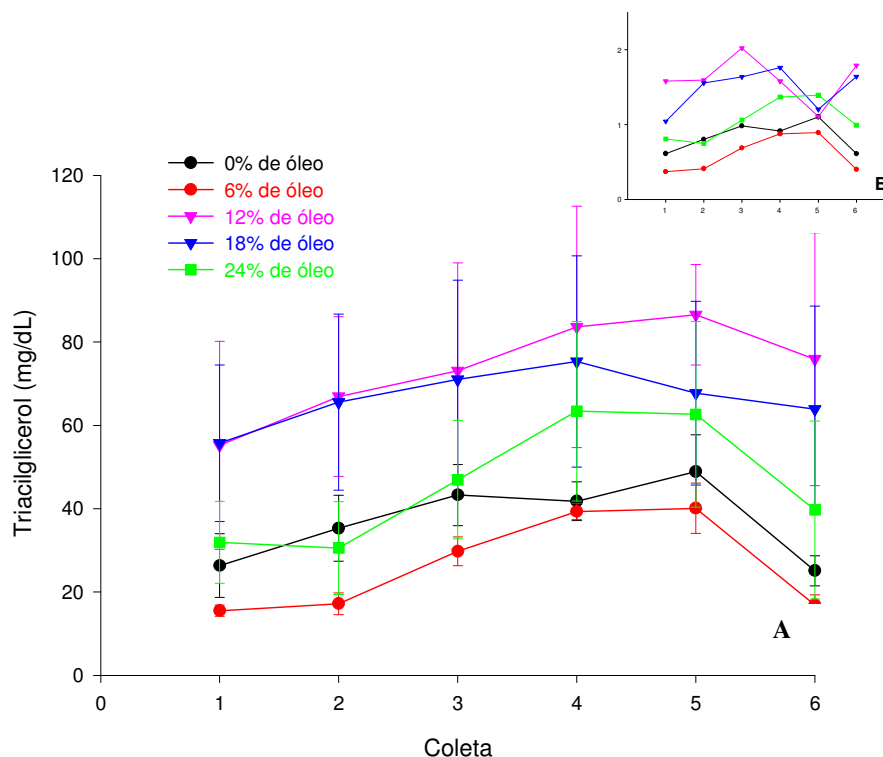


Figura 3. A- Perfil da concentração plasmática de triacilglicerol (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

4.3. Colesterol

Não houve efeito significativo das dietas e do exercício nas concentrações de colesterol (Tabela 11). Na Figura 3A e 3B pode-se observar que o perfil das concentrações de colesterol no teste de resistência não se alterou com a correção pelo hematócrito.

4.4. Lactato

As concentrações de lactato não diferiram significativamente entre os tratamentos em todas as coletas (Tabela 12). Efeito do exercício foi observado apenas no tratamento 6%, no qual se observou diferença significativa entre o repouso e após percorridos 60km do teste de resistência (Tabela 12). Observou-se que apenas o tratamento com 18% de inclusão de óleo apresentou perfil diferente das concentrações sanguíneas de lactato (Figura 5A e 5B).

Tabela 11. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de colesterol (mg/dL) em equinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	68,42 $\pm$ 14,19	78,42 $\pm$ 19,01	72,47 $\pm$ 10,13	79,60 $\pm$ 16,32	88,81 $\pm$ 1,56	84,11 $\pm$ 9,46
6	83,07 $\pm$ 2,58	84,99 $\pm$ 5,49	87,79 $\pm$ 5,45	90,43 $\pm$ 4,06	86,76 $\pm$ 8,39	94,55 $\pm$ 6,75
12	87,34 $\pm$ 4,77	85,14 $\pm$ 8,31	92,18 $\pm$ 15,43	91,44 $\pm$ 12,09	95,64 $\pm$ 11,41	101,30 $\pm$ 10,68
18	84,69 $\pm$ 12,01	91,00 $\pm$ 17,25	96,31 $\pm$ 18,97	103,06 $\pm$ 14,92	107,62 $\pm$ 14,50	100,55 $\pm$ 11,32
24	80,76 $\pm$ 18,25	91,75 $\pm$ 19,49	91,34 $\pm$ 123,01	90,57 $\pm$ 14,75	88,81 $\pm$ 19,28	96,66 $\pm$ 20,40

*n=3; **n=4.

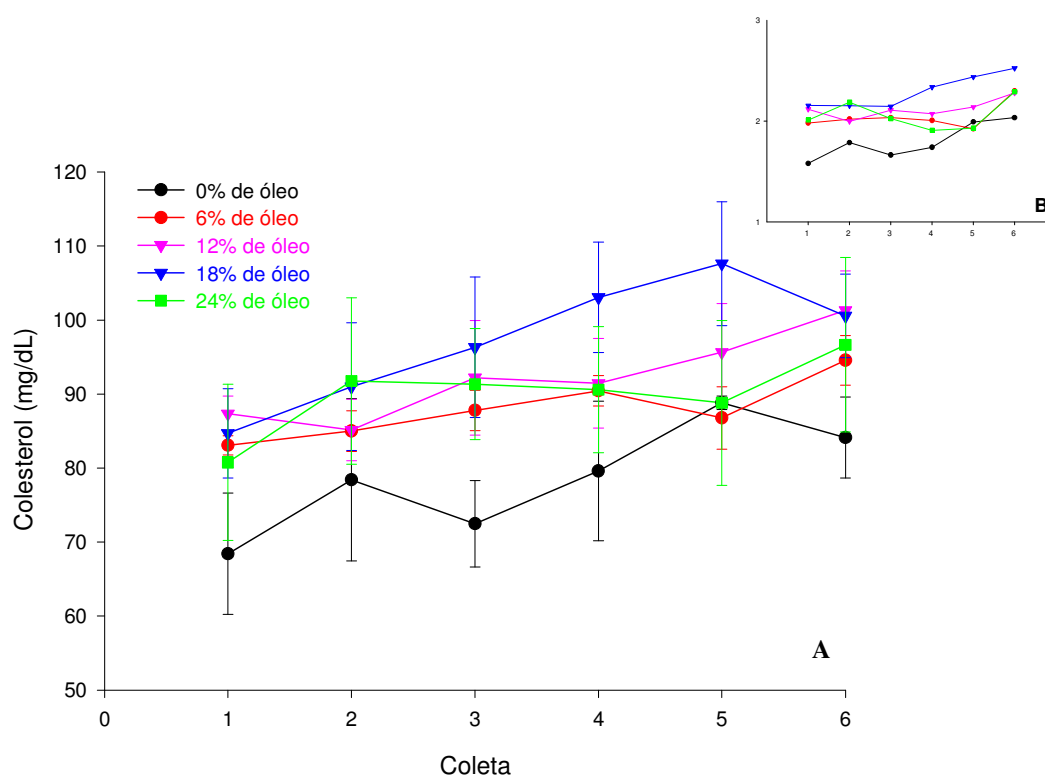


Figura 4. A- Perfil da concentração plasmática de colesterol (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em equinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 1-repouso; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 12. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração sanguínea de lactato (mmol/L) (Média $\pm$ EPM).

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km
0	0,42* $\pm$ 0,22a	0,39* $\pm$ 0,15a	0,54* $\pm$ 0,23a	0,70* $\pm$ 0,24a	0,58* $\pm$ 0,19a
6	0,32** $\pm$ 0,21b	0,45** $\pm$ 0,12ab	0,57*8 $\pm$ 0,17ab	0,85** $\pm$ 0,29a	0,6** $\pm$ 0,18ab
12	0,42** $\pm$ 0,05a	0,69*8 $\pm$ 0,10a	0,83** $\pm$ 0,41a	0,83* $\pm$ 0,28a	0,63* $\pm$ 0,08a
18	0,53* $\pm$ 0,13a	0,76* $\pm$ 0,24a	1,11** $\pm$ 0,44a	1,22** $\pm$ 0,43a	0,88* $\pm$ 0,53a
24	0,35* $\pm$ 0,05a	0,57* $\pm$ 0,48a	0,83* $\pm$ 0,66a	0,97* $\pm$ 0,84a	0,64* $\pm$ 0,40a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

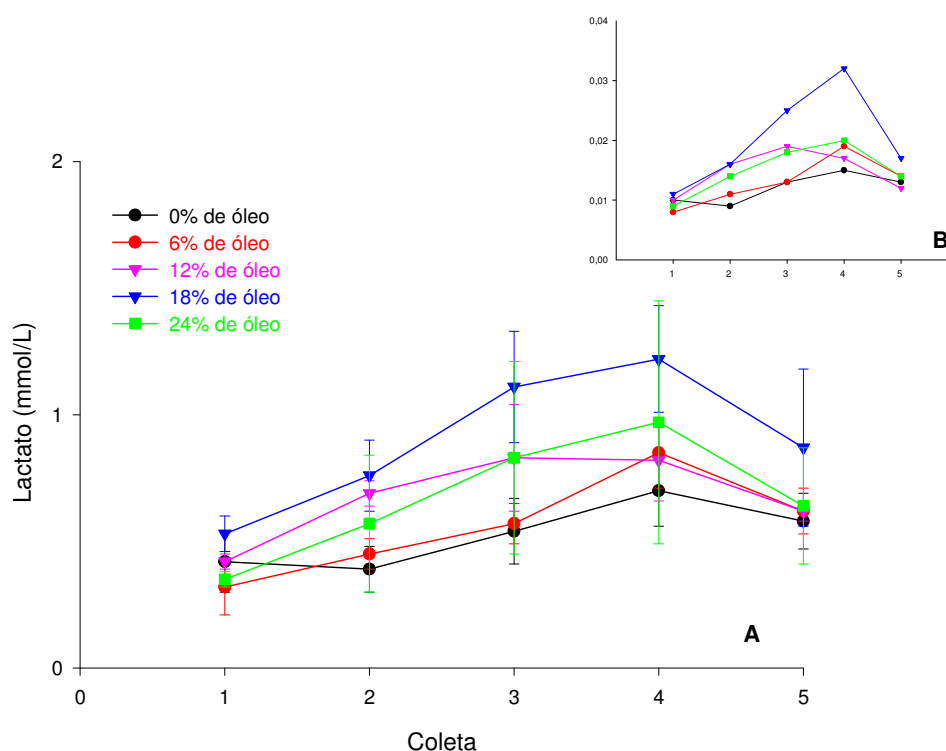


Figura 5. A- Perfil da concentração sanguínea de lactato (mmol/L) antes, durante e após teste de resistência em equinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 1-repouso; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

4.5. Frequência Cardíaca

Na Tabela 12 pode-se observar que apenas o tratamento com 6% de inclusão de óleo apresentou efeito do exercício sobre a frequência cardíaca e que a diferença

significativa ocorreu entre o repouso e a coleta dos 60km. A mesma diferença apresentada pelas concentrações sanguíneas de lactato. Na Figura 6 observa-se o perfil da frequência cardíaca no repouso e durante o teste de resistência.

Tabela 13. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a frequência cardíaca (bpm) (Média $\pm$ EPM).

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km
0	42,67* $\pm$ 6,11b	71,33* $\pm$ 7,57a	81,33* $\pm$ 8,08a	88,17* $\pm$ 22,63a	65,33* $\pm$ 14,05a
6	49,50** $\pm$ 9,15b	67,50** $\pm$ 12,69ab	67,00** $\pm$ 3,46ab	79,00** $\pm$ 8,87a	61,50** $\pm$ 13,00ab
12	51,00** $\pm$ 10,52a	75,50** $\pm$ 18,72a	71,00** $\pm$ 14,38a	78,50** $\pm$ 19,00a	71,17* $\pm$ 14,00a
18	55,00** $\pm$ 6,00a	71,50** $\pm$ 14,46a	70,00** $\pm$ 17,44a	66,50** $\pm$ 14,73a	66,92* $\pm$ 15,14a
24	44,00* $\pm$ 4,00a	62,00* $\pm$ 7,21a	60,67* $\pm$ 5,27a	64,00* $\pm$ 12,17a	55,33* $\pm$ 9,02a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

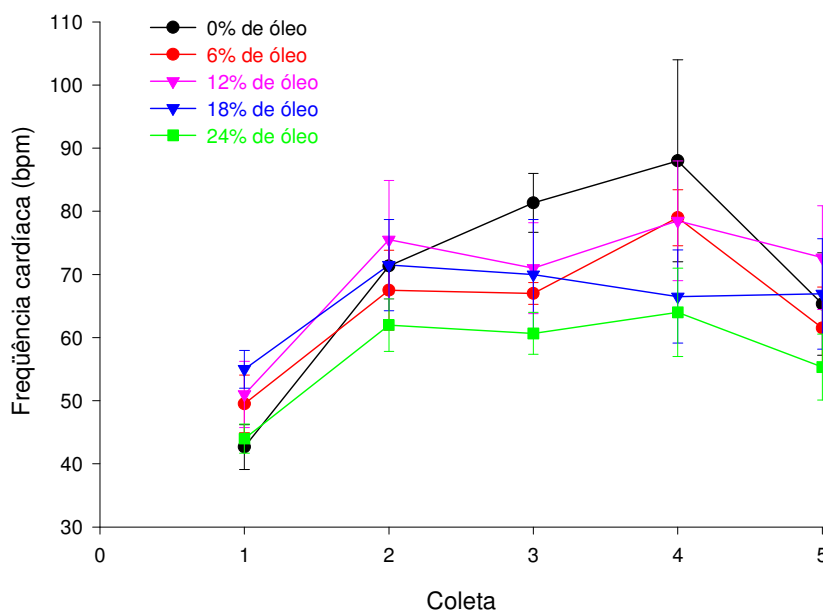


Figura 6. Perfil da frequência cardíaca antes e durante teste de resistência em equinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-repouso; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km

4.6. Hemoglobina

No tratamento com a inclusão de 18% de óleo observou-se efeito significativo do exercício sobre as concentrações sanguíneas de hemoglobina. Não observou-se diferença significativa nas concentrações sanguíneas de hemoglobina entre os tratamentos em todas as coletas (Tabela 14). Na Figura 7A, pode-se observar o perfil das concentrações sanguíneas de hemoglobina no repouso, durante e 6h após o teste de resistência e na Figura 7B as concentrações corrigidas pelo hematócrito.

Tabela 14. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração sanguínea de hemoglobina (g/dL) (Média $\pm$ EPM).

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	13,60 $\pm$ 2,07a	13,37 $\pm$ 0,45a	13,50 $\pm$ 1,20a	13,40 $\pm$ 1,14a	14,17 $\pm$ 2,31a	12,12 $\pm$ 1,63a
6	12,65 $\pm$ 0,70a	13,55 $\pm$ 0,71a	13,65 $\pm$ 1,62a	13,75 $\pm$ 1,77a	14,40 $\pm$ 1,56a	12,30 $\pm$ 1,44a
12	13,65 $\pm$ 1,26a	13,83 $\pm$ 1,13a	13,48 $\pm$ 1,20a	13,80 $\pm$ 0,93a	13,95 $\pm$ 0,82a	14,10 $\pm$ 0,82a
18	12,45 $\pm$ 0,61b	14,10 $\pm$ 1,40ab	14,50 $\pm$ 1,41ab	15,00 $\pm$ 1,18ab	14,66 $\pm$ 0,67a	12,68 $\pm$ 1,10b
24	12,40 $\pm$ 1,15a	12,30 $\pm$ 1,25a	13,17 $\pm$ 0,51a	13,50 $\pm$ 0,46a	14,47 $\pm$ 0,85a	12,97 $\pm$ 1,63a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

4.7. Hematócrito

Não observou-se efeito significativo dos tratamentos sobre o hematócrito em todas as coletas (Tabela15). Apenas no tratamento com 18% de inclusão de óleo foi observado efeito do exercício sobre o hematócrito. Diferença significativa foi observada entre o repouso e as coletas durante e 6h após o exercício (Tabela15). Observa-se na Figura 8, o perfil do hematócrito.

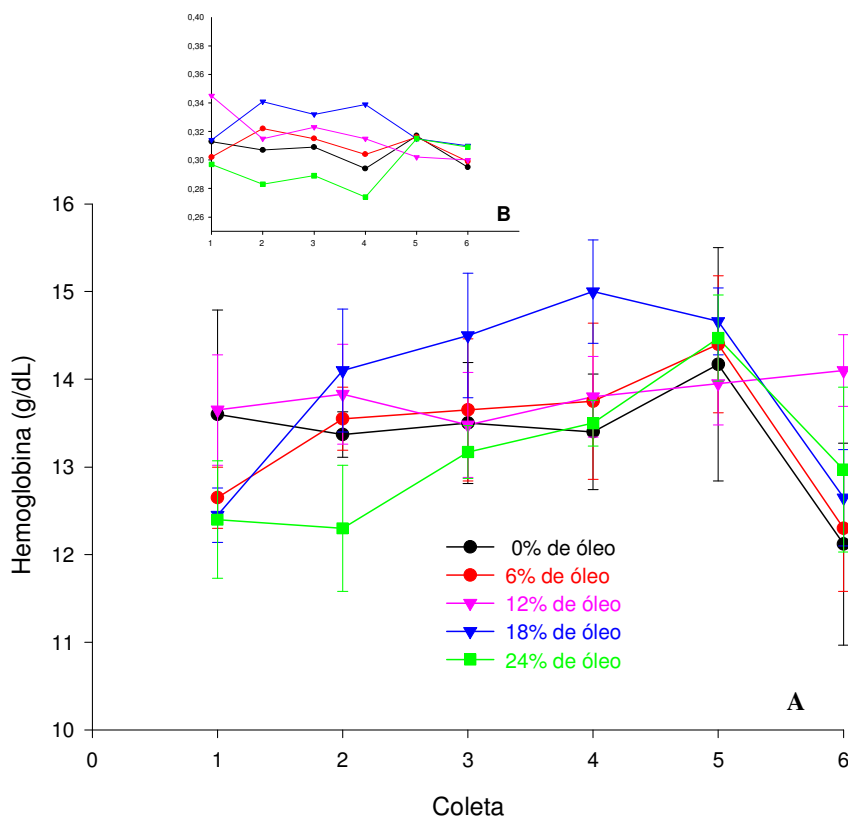


Figura 7. Perfil da concentração sangüínea de hemoglobina (g/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste

Tabela 15. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre o hematócrito (Média $\pm$ EPM).

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	43,33* $\pm$ 5,13a	43,67* $\pm$ 4,04a	43,67* $\pm$ 2,08a	45,67* $\pm$ 1,53a	44,67* $\pm$ 2,08a	40,50* $\pm$ 4,95a
6	42,00** $\pm$ 2,58a	42,25** $\pm$ 3,77a	43,25** $\pm$ 3,50a	45,25** $\pm$ 3,50a	45,50** $\pm$ 4,36a	41,25** $\pm$ 3,20a
12	41,2**5 $\pm$ 1,89a	42,75** $\pm$ 2,87a	43,50** $\pm$ 3,11a	44,00** $\pm$ 3,37a	43,92* $\pm$ 3,79a	44,75** $\pm$ 4,11a
18	39,50** $\pm$ 1,91b	42,25** $\pm$ 0,96a	44,63** $\pm$ 2,87a	44,00** $\pm$ 2,94a	45,31* $\pm$ 2,08a	40,00** $\pm$ 3,56a
24	40,00* $\pm$ 2,00a	42,33* $\pm$ 4,04a	45,00* $\pm$ 2,65a	47,33* $\pm$ 3,06a	46,00* $\pm$ 2,65a	42,00* $\pm$ 5,29a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

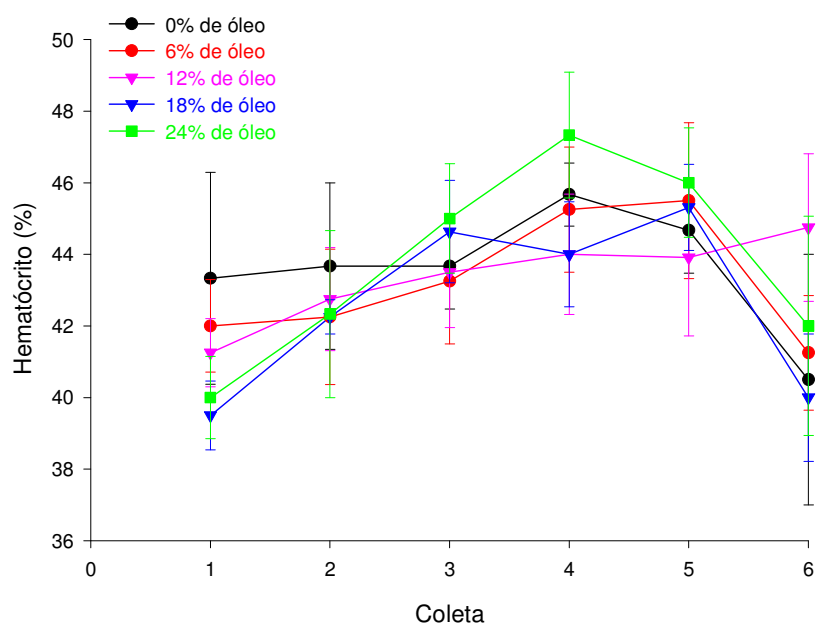


Figura 8. Perfil de hematócrito (%) antes, durante e após teste de resistência em equínos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste

4.8. Insulina

Neste trabalho observou-se efeito significativo da ingestão de óleo sobre as concentrações de insulina nas coletas dois e cinco (Tabela 16). Na coleta dois as concentrações do tratamento 0% foi significativamente maior que a do 24% e na coleta cinco maior que a dos tratamentos 6, 18 e 24%. Somente no tratamento que não houve adição de óleo observou-se efeito significativo do exercício nas concentrações plasmáticas de insulina (Tabela 16). As maiores concentrações foram observadas após os primeiros 20km e no final do teste de resistência. Na Figura 9A e 9B pode-se observar alteração no perfil das concentrações plasmáticas de insulina para os tratamentos 0 e 12% de inclusão de óleo, após a correção pelo hematócrito.

4.9. Cortisol

Na Tabela 17 pode-se observar que não houve efeito significativo da ingestão de óleo sobre o cortisol plasmático. Observou-se efeito do exercício em todos os tratamentos. Entretanto, apenas no tratamento 0% se observou aumento significativo

das concentrações de cortisol durante o teste de resistência. As concentrações plasmáticas de cortisol após percorridos 60 e 80km foram maiores ($P<0,05$) que as apresentadas no repouso e nos primeiros 20km do teste. Na Figura 10A e 10B pode-se observar que o perfil das concentrações de cortisol no teste de resistência não se alterou com a correção pelo hematócrito.

Tabela 16. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de insulina ($\mu\text{UI/mL}$) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km
0	13,16* $\pm$ 1,88c	24,16** $\pm$ 1,11aA	19,78** $\pm$ 0,27b	20,31** $\pm$ 0,43b	24,86* $\pm$ 1,94a A
6	12,10* $\pm$ 1,02a	15,03** $\pm$ 6,69a AB	11,34** $\pm$ 5,62a	9,47* $\pm$ 2,11a	8,38* $\pm$ 4,55a B
12	8,1* $\pm$ 3,89a	15,31** $\pm$ 5,56a AB	17,78** $\pm$ 5,22a	17,00** $\pm$ 5,78a	19,11* $\pm$ 8,19a AB
18	13,37* $\pm$ 1,88a	16,37* $\pm$ 4,32a AB	16,03* $\pm$ 4,20a	14,07* $\pm$ 7,28a	11,11* $\pm$ 2,78a B
24	10,46* $\pm$ 0,97a	8,64* $\pm$ 4,17a B	11,39* $\pm$ 3,40a	7,88* $\pm$ 2,34a	8,70* $\pm$ 3,17a B

Letras maiúsculas iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de SNK ($P<0,05$).

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P<0,05$).

*n=3; **n=4.

4.10. Glicose

Não houve efeito significativo do exercício e da ingestão de óleo sobre a glicose plasmática (Tabela 18). Pode-se observar na Figura 11A e 11B que o perfil das concentrações plasmáticas de glicose não foi alterado com a correção pelo hematócrito.

4.11. Uréia

Na Tabela 19 pode-se observar que ocorreu diferença significativa nas concentrações de uréia plasmática ao final do teste de resistência entre os tratamentos com 12 e 24 % de inclusão de óleo. Em todos os tratamentos observou-se aumento significativo das concentrações de uréia com o decorrer do teste e às 6h após o término do mesmo. A correção pelo hematócrito não alterou o perfil das concentrações de uréia plasmática (Figura 12A e 12B).

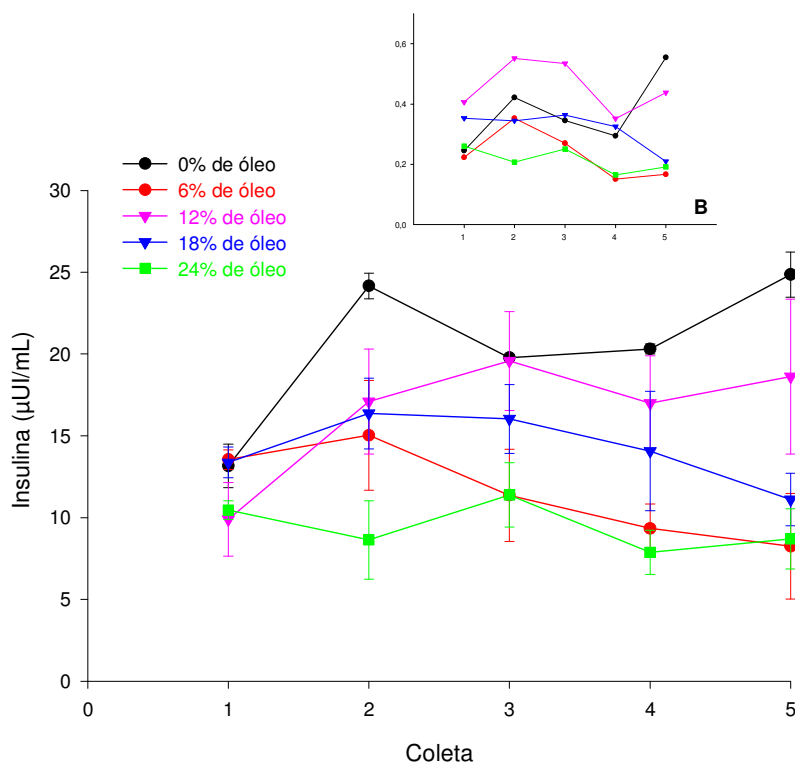


Figura 9. A- Perfil da concentração plasmática de insulina (μUI/mL) antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 17. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de cortisol (mg/dL) em eqüinos (Média ±EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6h após
0	3,66* ± 0,63c	7,00* ± 2,08b	9,30* ± 1,93ab	11,34* ± 1,70a	10,83* ± 0,86a	2,74*±1,16c
6	4,46** ± 1,59b	10,38** ± 2,70a	11,41** ± 2,87a	13,15** ± 3,35a	13,16** ± 3,09a	3,66**±3,07b
12	1,89** ± 0,79b	6,99** ± 1,96a	8,03** ± 1,11a	9,65** ± 1,45a	9,37* ± 0,95a	3,45**±2,06a
18	4,74** ± 2,56b	9,17** ± 0,65a	10,42** ± 1,16a	11,32** ± 1,81a	12,23* ± 1,90a	1,51**±0,77c
24	2,52* ± 0,29b	7,02* ± 0,78a	8,62* ± 1,37a	8,86* ± 1,65a	10,01* ± 2,59a	2,06*±1,04b

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

*n=3; **n=4.

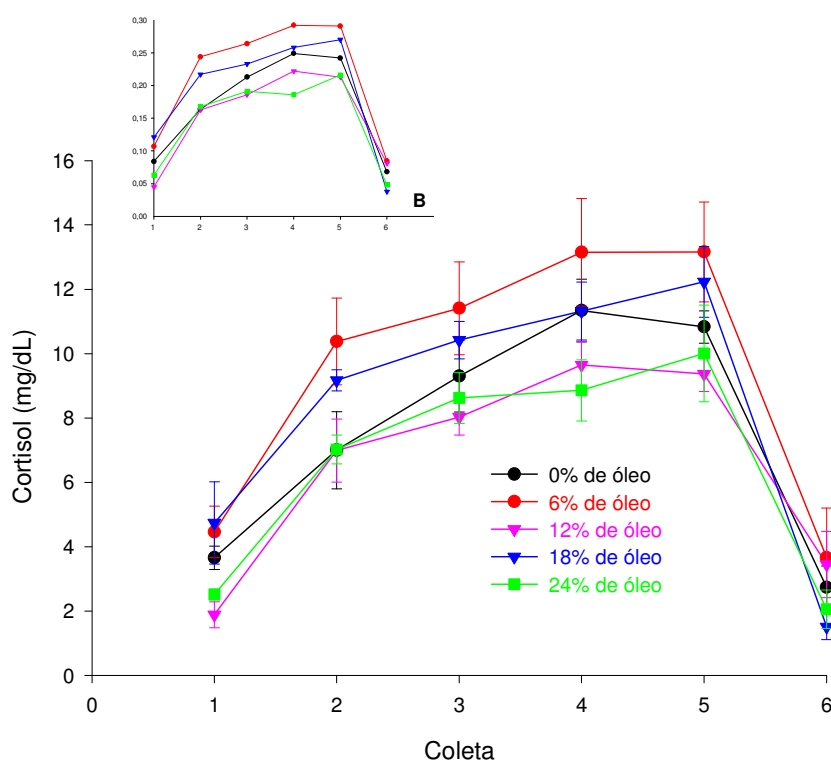


Figura 10. A- Perfil da concentração plasmática de colesterol (mg/dL) livres antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposu; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 18. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de glicose (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km
0	83,53* $\pm$ 1,61	100,73* $\pm$ 7,90	103,26* $\pm$ 4,47	89,85* $\pm$ 36,12	77,92* $\pm$ 29,31
6	90,82** $\pm$ 5,04	109,51** $\pm$ 10,43	112,67** $\pm$ 18,86	95,29** $\pm$ 10,75	82,13** $\pm$ 11,98
12	83,97** $\pm$ 16,41	100,82** $\pm$ 17,01	116,09** $\pm$ 22,69	120,30** $\pm$ 15,72	113,10* $\pm$ 34,83
18	88,45** $\pm$ 13,40	118,19** $\pm$ 49,85	143,31** $\pm$ 39,82	129,78** $\pm$ 28,71	107,48* $\pm$ 21,60
24	89,50* $\pm$ 13,15	107,75* $\pm$ 23,88	123,20* $\pm$ 67,62	139,34* $\pm$ 80,71	123,55* $\pm$ 56,43

*n=3; **n=4.

4.12. Glicogênio

No presente trabalho não foi observada influência significativa da ingestão de óleo sobre as concentrações musculares de glicogênio antes e depois dos 60 km (Tabela 20). Entretanto, apenas no tratamento 24% não ocorreu diferença ($P < 0,05$) entre as coletas (Figura 13).

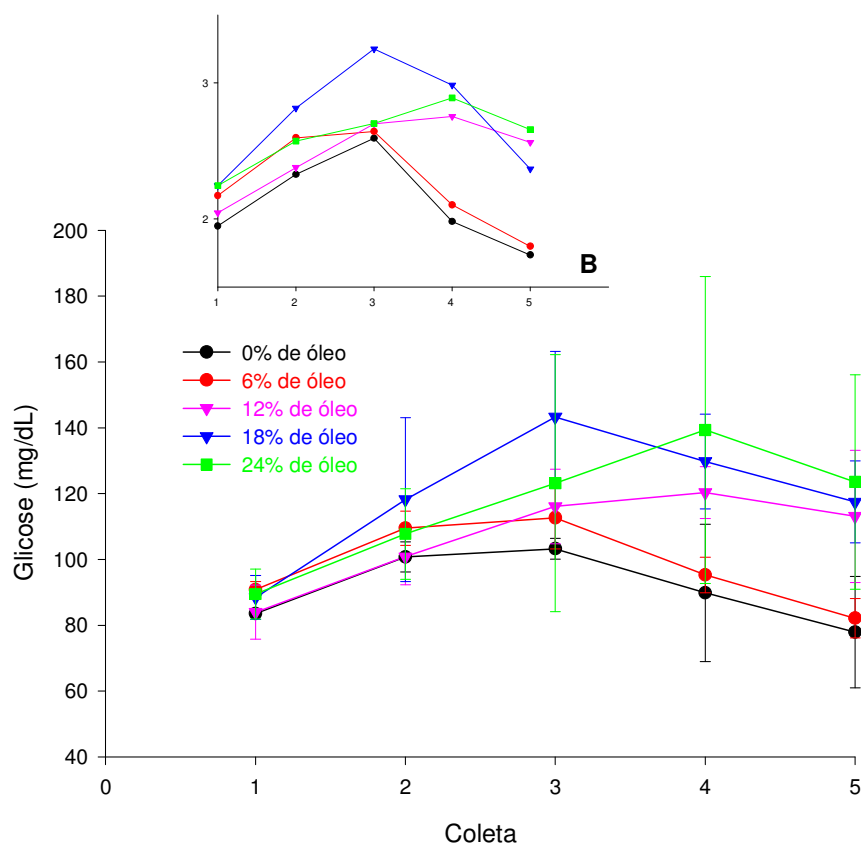


Figura 11. A- Perfil da concentração plasmática de glicose antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposuo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 19. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de uréia (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6h após
0	30,68* $\pm$ 3,51b	30,18* $\pm$ 0,88b	36,77* $\pm$ 7,99ab	39,56* $\pm$ 3,32ab	47,94* $\pm$ 5,27abAB	57,82* $\pm$ 18,47a
6	32,53** $\pm$ 3,25b	34,81** $\pm$ 4,00b	38,23** $\pm$ 6,28b	43,94** $\pm$ 5,94b	48,12** $\pm$ 6,47abAB	59,10** $\pm$ 14,13a
12	33,66** $\pm$ 4,98b	37,47** $\pm$ 5,14b	41,71** $\pm$ 6,07b	46,41** $\pm$ 5,80b	45,76* $\pm$ 4,70bB	69,05** $\pm$ 14,85a
18	38,42** $\pm$ 9,95b	40,51** $\pm$ 7,18b	43,18** $\pm$ 10,27b	52,12** $\pm$ 12,25ab	58,27* $\pm$ 13,41abAB	67,15** $\pm$ 13,10a
24	40,07* $\pm$ 1,16c	41,34* $\pm$ 1,92c	48,95* $\pm$ 6,20cb	52,24* $\pm$ 2,67cb	65,43* $\pm$ 5,33abA	77,10* $\pm$ 20,16a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

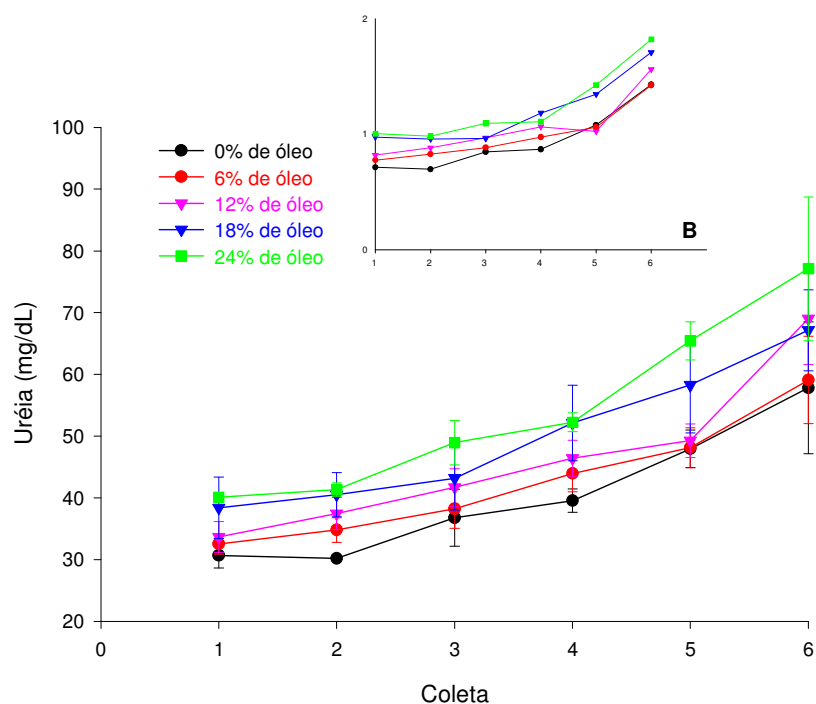


Figura 12. A- Perfil da concentração plasmática de uréia (mg/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 20. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração de glicogênio (mg/100g de músculo) no repouso e após percorridos 60km do teste de resistência em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	60 km
0	1,64* $\pm$ 0,19a	0,80* $\pm$ 0,29b
6	1,48** $\pm$ 0,21a	0,70** $\pm$ 0,27b
12	1,50** $\pm$ 0,35a	0,77** $\pm$ 0,29b
18	1,09** $\pm$ 0,17a	0,74* $\pm$ 0,10b
24	1,30* $\pm$ 0,29a	1,00* $\pm$ 0,13a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

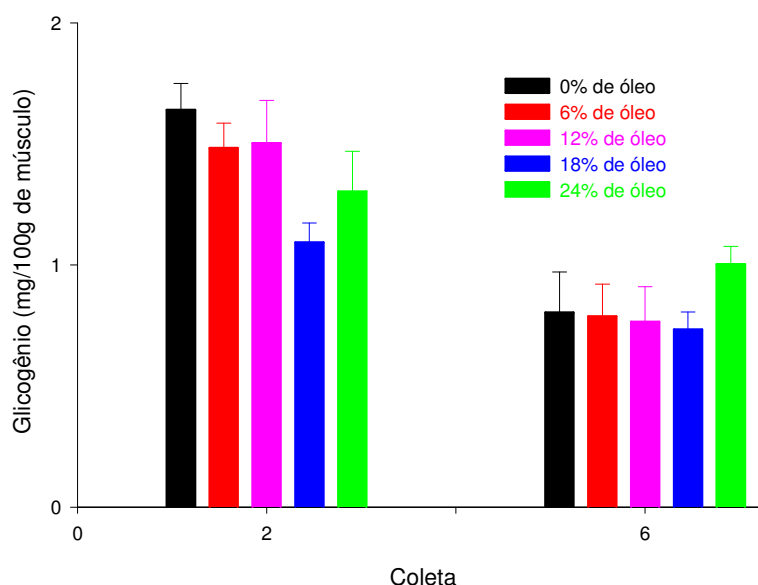


Figura 13. Concentração de glicogênio muscular (mg/100g de músculo) antes e após percorridos 60km do teste de resistência em equinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta 2-repouso e 6-60km.

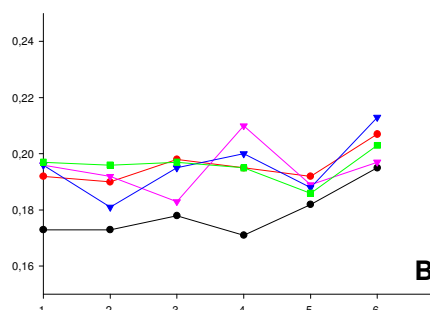
4.13. Proteína Total

Não foi observado efeito significativo das dietas e do exercício nas concentrações plasmáticas de proteína total (Tabela 21). Na Figuras 14A e 14B pode-se visualizar pequenas alterações no perfil das concentrações de proteína total corrigido pelo hematócrito durante o teste de resistência.

Tabela 21. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de proteína total (mg/dL) em equinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	7,44* $\pm$ 0,49	7,50* $\pm$ 0,05	7,77* $\pm$ 0,80	7,85* $\pm$ 1,16	8,10* $\pm$ 0,37	8,04* $\pm$ 0,65
6	8,04** $\pm$ 0,60	8,02** $\pm$ 0,52	8,52** $\pm$ 0,63	8,80** $\pm$ 0,72	8,71** $\pm$ 0,70	8,54** $\pm$ 0,68
12	8,06** $\pm$ 0,64	8,17** $\pm$ 0,92	8,28** $\pm$ 0,31	8,81** $\pm$ 0,53	8,71* $\pm$ 0,38	8,71** $\pm$ 0,71
18	7,72** $\pm$ 0,73	7,64** $\pm$ 0,44	8,65** $\pm$ 0,95	8,77** $\pm$ 0,38	8,82* $\pm$ 0,32	8,49** $\pm$ 0,90
24	7,86* $\pm$ 0,05	8,25* $\pm$ 0,11	8,84* $\pm$ 0,12	8,10* $\pm$ 0,25	8,56* $\pm$ 1,25	9,46* $\pm$ 0,90

*n=3; **n=4.



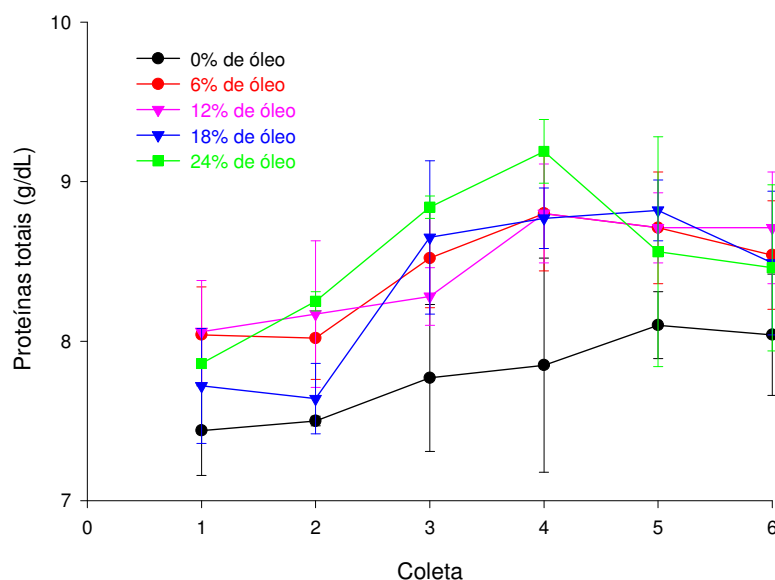


Figura 14. A- Perfil da concentração plasmática de proteína antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-reposo; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. **B-** Curva corrigida pelo hematócrito

4.14. Albumina

Na Tabela 22 pode-se observar que as concentrações de albumina não diferiram significativamente entre os tratamentos em nenhuma das coletas. O exercício também não alterou significativamente as concentrações de albumina. Como nas concentrações de proteína totais observou-se pequenas modificações no perfil da concentrações de albumina corrigidas pelo hematócrito (Figura 15A e 15B).

4.7. Temperatura Retal

No presente trabalho não foi observada influência significativa da ingestão de óleo sobre a temperatura retal. Entretanto, observou-se nos tratamento 6, 12 e 18% de inclusão de óleo efeito significativo do exercício (Tabela 23). Na Figura 16 pode-se observar o perfil da temperatura retal no repouso e durante o teste de resistência.

Tabela 22. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a concentração plasmática de albumina (mg/dL) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km	6 h após
0	2,61 $\pm$ 0,17	2,79 $\pm$ 0,10	2,88 $\pm$ 0,11	3,03 $\pm$ 0,32	3,05 $\pm$ 0,34	2,80 $\pm$ 0,52
6	2,68 $\pm$ 0,15	2,81 $\pm$ 0,27	2,89 $\pm$ 0,26	2,94 $\pm$ 0,27	3,01 $\pm$ 0,18	2,85 $\pm$ 0,32
12	2,58 $\pm$ 0,17	2,99 $\pm$ 0,26	3,15 $\pm$ 0,18	3,29 $\pm$ 0,32	3,33 $\pm$ 0,11	2,92 $\pm$ 0,10
18	2,92 $\pm$ 0,37	2,77 $\pm$ 0,69	3,07 $\pm$ 0,45	3,23 $\pm$ 0,39	3,16 $\pm$ 0,64	3,10 $\pm$ 0,52
24	2,57 $\pm$ 0,24	2,75 $\pm$ 0,33	2,87 $\pm$ 0,60	2,85 $\pm$ 0,69	3,02 $\pm$ 0,28	2,98 $\pm$ 0,35

*n=3; **n=4.

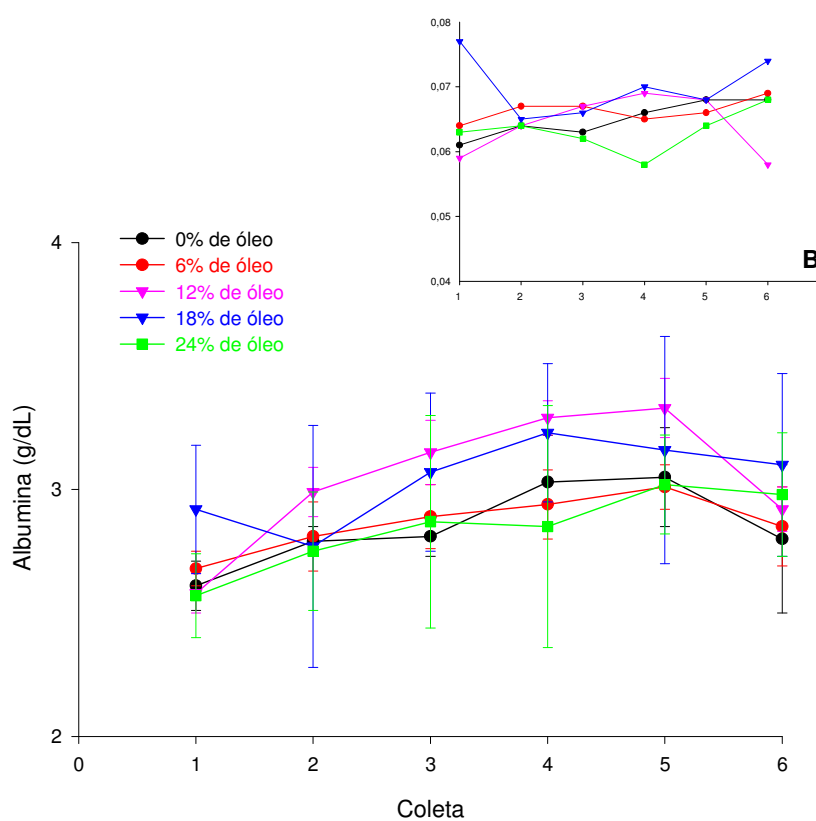


Figura 15. A- Perfil da concentração plasmática de albumina (g/dL) antes, durante e após teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-repouso; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km; 6-6 horas após o teste. B- Curva corrigida pelo hematócrito

Tabela 23. Efeito do exercício e da adição de óleo no concentrado sobre a temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) em eqüinos (Média $\pm$ EPM)

% de óleo	Repouso	20 km	40 km	60 km	80 km
0	37,81* $\pm$ 0,64a	39,20* $\pm$ 0,82a	39,33* $\pm$ 0,31a	39,23* $\pm$ 0,64a	39,06* $\pm$ 0,28a
6	37,98* $\pm$ 0,46c	39,88** $\pm$ 0,68a	39,77* $\pm$ 0,38a	39,73** $\pm$ 0,22a	38,85** $\pm$ 0,24b
12	37,75** $\pm$ 0,13b	39,90** $\pm$ 0,69a	39,70** $\pm$ 0,57a	39,73** $\pm$ 0,91a	38,87* $\pm$ 0,28a
18	37,95** $\pm$ 0,29b	39,53** $\pm$ 0,89a	39,73** $\pm$ 0,51a	39,60** $\pm$ 0,55a	39,08* $\pm$ 0,51ab
24	37,87* $\pm$ 0,07a	39,23* $\pm$ 0,85a	39,23* $\pm$ 0,50a	39,57* $\pm$ 0,67a	39,13* $\pm$ 0,50a

Letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de SNK ($P < 0,05$).

*n=3; **n=4.

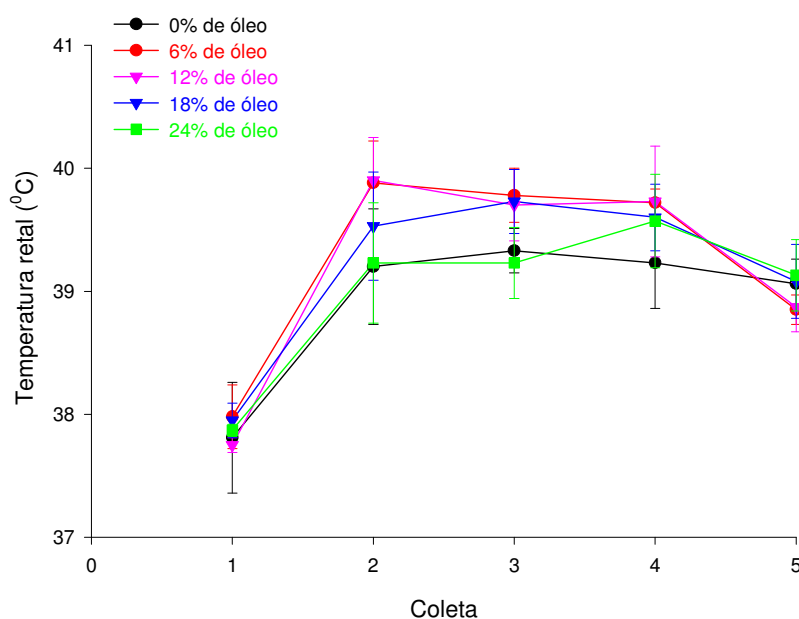


Figura 16. Perfil da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) antes e durante teste de resistência em eqüinos recebendo concentrado com diferentes percentagens de óleo de soja. Coleta1-repouso; 2-20km; 3-40km; 4-60km; 5-80 km.

V. DISCUSSÃO

O perfil bioquímico de lípides não foi afetado significativamente pela ingestão de dietas com alta percentagem de extrato etéreo. Esperava-se que pelo menos no repouso as concentrações de ácidos graxos livres (AGL), triacilgliceróis (TAG) e colesterol fossem superiores nos tratamentos com maior ingestão de óleo. O mesmo perfil das concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres foi observado por PAGAN et al. (2002). Diferentes de outros estudos (PAGAN et al, 1987; DUNNETT et al., 2002) onde a concentração de ácidos graxos livres durante o exercício foi maior para os eqüinos suplementados com gordura. Segundo PAGAN et al. (2002), estes resultados conflitantes são, possivelmente, devido à diferença de raças utilizadas, ao tempo de adaptação às dietas hiperlipídicas e/ou ao nível de extrato etéreo das dietas. Estes autores, à semelhança deste trabalho, utilizaram animais de sangue árabe, que tem a resistência física como característica principal. Esta grande resistência é atribuída a maior capacidade de seu metabolismo aeróbio. Enquanto a maioria das pesquisas sobre o tema utiliza animais Puro Sangue Inglês, conhecidos pela potência muscular em provas de curta e média distância, relacionadas, ao metabolismo anaeróbio e as grandes reservas de glicogênio, próprias desta raça.

ORME et al. (1997) e DUNNETT et al. (2002), também não observaram aumento das concentrações plasmáticas de AGL no repouso em resposta a suplementação com óleo. Entretanto, observaram aumento da lipase total e da lipoproteína lipase, bem como menor concentração plasmática de TAG. De acordo com estes autores e GEELEN et al, (1999), tais observações sugerem aumento no fluxo de AGL na forma de triacilgliceróis, da circulação para dentro do músculo esquelético, além de aumento na utilização de AGL derivados dos triacilgliceróis presentes no músculo. De acordo com COYLE (1997), durante o exercício de intensidade moderada (<65% do $\text{VO}_{2\text{ max}}$), o total de gordura oxidada em pessoas treinadas para resistência é bem maior que a velocidade de desaparecimento dos AGL do plasma, possivelmente, devido ao fato dos

AGL utilizados para produção de energia terem sua origem nos triacilgliceróis acumulados dentro da fibra muscular.

Aumento das concentrações de AGL durante e imediatamente após o exercício moderado também foi observado por SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al (2002). Estes autores trabalhando com seis cavalos e duas dietas (1,5 e 11,8% de EE na matéria seca), não observaram, como neste trabalho, diferença significativa das concentrações entre as dietas. Segundo os mesmos pesquisadores estes resultados indicam que o grau de lipólise durante o exercício foi similar para ambas as dietas. Verificaram ainda que, as concentrações de AGL se mantiveram altas durante o período de recuperação (41 minutos) indicando que continuavam a ser utilizados como importante fonte de energia, economizando glicose e aminoácidos e, possivelmente, contribuindo com rápida reposição de glicogênio e proteína pós-exercício.

De acordo com MEYER (1995) a concentração de triacilgliceróis no sangue é claramente influenciada pela ingestão de lípidos e que o fornecimento de dietas com maior teor de extrato etéreo diminui as concentrações séricas, porém, em caso de exercício ou jejum, os teores de TAG podem subir consideravelmente. Entretanto, como neste trabalho, SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al. (2002) não observaram mudanças nas concentrações de triacilglicerol antes, durante e imediatamente após o exercício, indicando que não ocorreu influência do exercício sobre o metabolismo plasmático de TAG quando os animais eram suplementados com dietas de maior teor de EE.

Segundo GEELLEN et al. (1999) eqüinos alimentados com dieta hiperlipídica apresentam pronunciadas mudanças no metabolismo de lípidos. A dieta promove baixas concentrações de triacilglicerol e aumento da atividade da lipoproteína lípase 9 horas após a ingestão. Esta observação, segundo estes autores, indica que as alterações no metabolismo de lípidos em eqüinos, em resposta a dietas hiperlipídicas, são próximas às encontradas em humanos e em ratos e que a diminuição de TAG pode ser conseqüência do aumento da atividade da lipoproteína lípase (LPL), que promove aumento do fluxo de AGL na corrente sanguínea.

Neste trabalho como no de HAMBLETON et al. (1980), não se observou diferença significativa nas concentrações de colesterol entre os tratamentos. Entretanto estes autores trabalhando com quatro animais com quatro níveis (4, 8, 12 e 16%) de óleo de soja na dieta, observaram uma alta correlação ($r=0,93$, $P<0,05$) entre concentrações de colesterol e dietas e também aumento nas concentrações de colesterol antes e imediatamente após o exercício físico. Já SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al. (2002), trabalhando com seis animais e duas dietas (1,5 e 11,8% de EE), observaram diferença significativa entre os tratamentos para as concentrações de colesterol antes e imediatamente após o exercício e depois de 41 minutos de recuperação. Provavelmente a intensidade (moderada a baixa) e a regularidade (seis dias na semana) do exercício físico realizado durante o período do experimental favoreceram para que não ocorressem alterações nas concentrações de colesterol neste trabalho.

Neste trabalho as concentrações de lactato permaneceram baixas, demonstrando que, possivelmente o metabolismo anaeróbio não contribuiu efetivamente na produção de energia. Os dados de frequência cardíaca (FC) corroboram com este raciocínio, pois o valor máximo de frequência cardíaca média encontrada foi de 88,17bpm, muito abaixo dos 150bpm, preconizada por BALDISSERA (1997) como a FC média no limiar anaeróbio. Os valores baixos de lactato e de frequência cardíaca também demonstram que o programa de treinamento foi eficiente, condicionando em apenas 45 dias os cavalos para realizassem o teste de resistência de 80km.

LUCKE & HALL (1980) acompanhando uma prova de enduro de 120 km, também não encontraram aumento representativo nas concentrações de lactato demonstrando que este possivelmente não limita o desempenho nas provas de resistência.

JONES et al. (1992) trabalhando com minipôneis recebendo concentrados com 0% e 10% de gordura, e submetidos a exercícios de alta intensidade, também não observaram diferença significativa nas concentrações plasmáticas de lactato entre os tratamentos. Segundo estes autores, nas condições de exercício expostas acima,

mesmo recebendo suplementação, os cavalos apresentaram grande mobilização das reservas de glicogênio. Conseqüentemente, as maiores concentrações de lactato plasmático nesses animais são resultado direto do aumento da glucogenólise e subsequente glicólise.

MARQUEZE et al. (2001) também observaram que a dieta com óleo de soja não afetou significativamente a concentração de lactato, antes do exercício e aos 10 e 20 minutos após o exercício.

Por outro lado, SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al. (2002) observaram que eqüinos alimentados com 11,5 % de EE na MS apresentaram concentrações de lactato significativamente menores durante exercício submáximo do que aqueles que receberam dietas com 1% de EE. Segundo estes autores, os eqüinos que receberam maior concentração de óleo de soja podem ter utilizado mais ácidos graxos para a produção de energia, economizando glicose e ou glicogênio, conseqüentemente, produzindo menos ácido láctico.

Exercícios de baixa a moderada intensidade, normalmente, não provocam, grandes alterações na frequência cardíaca. Contudo, há grande probabilidade das células estarem recebendo nutrientes e oxigênio em quantidades suficientes para atender suas demandas, possibilitando a utilização dos ácidos graxos e conseqüentemente, melhorando a eficiência do metabolismo energético. Um dos fatores que podem influenciar os valores basais de FC é o comportamento, isto é, indivíduos excitados tendem a apresentar FC média mais elevada devido a maior atividade e também ao nível de estresse. O consumo de óleo de soja pode promover alterações na secreção de acetilcolina no cérebro, acarretando redução da atividade e apresentação de reações (HOLLAND et al., 1996).

Trabalhos de MEYERS et al. (1987), JONES et al. (1992), MARQUEZE et al. (2001) e FREITAS (2002) também não observaram qualquer efeito de dietas hiperlipídicas sobre a frequência cardíaca.

Com relação às variáveis hematológicas (hemoglobina e hematócrito) as alterações que ocorreram durante o exercício são, provavelmente em conseqüência ao estímulo adrenérgico que mobiliza as reservas esplênicas disponibilizando as células

vermelhas para a circulação. Os valores apresentados de hemoglobina e hematócrito estão dentro da variação normal de 11 a 17mg/dL e 32 a 46% respectivamente (ROSE & HODGSON, 1994). Segundo GEOR & WEIS (1993) e SOMMARDAHL et al. (1994) os cavalos têm a capacidade de estocar de 50 a 60% das células vermelhas no baço.

De acordo com COUROUCÉ (1999) uma considerável resposta hematológica ao treinamento é o aumento do volume globular em repouso. Isto pode causar benefício à capacidade de trabalho aeróbio, em decorrência do incremento no número de eritrócitos e conseqüente aumento na capacidade de distribuição de oxigênio. Estas alterações são importantes para possibilitar a utilização dos ácidos graxos para a produção de energia.

A diferença significativa das concentrações plasmáticas de insulina entre os tratamentos ocorreu, provavelmente, devido a maior necessidade de utilização de glicose como substrato energético para os eqüinos que não recebiam óleo, enquanto que nos demais a oxidação de AGL supria a maior parte da demanda energética.

As concentrações de insulina variaram, no decorrer do tempo, diferentemente entre os tratamentos, não apresentando perfil próximo ao das concentrações de glicose, possivelmente devido ao espaçamento médio entre as coletas de 100 minutos.

De acordo com ROSE & RODGSON (1994), normalmente ocorre diminuição das concentrações plasmáticas de insulina durante o exercício, como também o aumento da glicose plasmática imediatamente após o exercício. Alterações nas concentrações de insulina são, na maioria das vezes, atribuídas ao aumento das catecolaminas circulantes, enquanto, as alterações nas concentrações de glicose são conseqüências do estímulo a glucogenólise e a gliconeogênese hepática.

LUCKE & HALL (1980), DYBDAL et al. (1980) e SNOW & ROSE (1981) observaram redução significativa nas concentrações plasmáticas de insulina após provas de enduro de 80, 160 e 80 km, respectivamente.

Neste experimento como no de PAGAN et al. (2002), utilizando três dietas (2, 6 e 10% EE) sendo uma suplementada com óleo de milho, não se observou efeito da dieta e do exercício na concentração plasmática de glicose. Embora os exercícios de baixa intensidade e longa duração estimulem aumento progressivo das concentrações de

glicose. Estes autores observaram que os cavalos alimentados com o óleo de milho apresentaram redução maior que 30% na produção e utilização da glicose. Observaram, ainda que o coeficiente respiratório foi reduzido para estes animais, conseqüentemente, ocorreu redução na taxa do catabolismo de carboidrato em conseqüência da menor utilização do glicogênio muscular e da glicose sanguínea e aumento da oxidação de lípidos durante o exercício. Estes mesmos autores verificaram que estas adaptações metabólicas são evidentes após cinco semanas de suplementação com dietas hiperlipídicas e que podem trazer grande vantagem durante exercícios prolongados por reduzirem a utilização de carboidratos para a produção de energia, preservando esta fonte limitada de energia e retardando a fadiga.

No estudo de HAMBLETON et al. (1980) foi observado aumento após o exercício na glicose sangüínea de 58% nos animais suplementados com 16% de óleo de soja na dieta comparado com os animais que receberam apenas 4%. Afirmam ainda, que a importância desta observação ainda não é clara, porém, as baixas concentrações plasmáticas de glicose observadas nos trabalhos de resistência podem prejudicar o funcionamento do sistema nervoso central. Logo, concentrações mais elevadas de glicose em conseqüência da alimentação com altas concentrações de lipídeos podem ser uma importante conduta nutricional.

SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al. (2002) observaram aumento significativo na glicose plasmática após exercício de alta intensidade. Porém, não encontraram diferença entre o grupo recebendo dieta com 11,8% de EE e outro com 1,5%. De acordo com estes autores a elevação da concentração de glicose está relacionada à maior utilização dos ácidos graxos como substrato energético, economizando a glicose e os aminoácidos.

Não houve efeito significativo da ingestão de óleo sobre o cortisol (Tabela 16). GRAHAM-THIERS et al. (2001) observaram menor ($P=0,006$) concentração de cortisol no grupo suplementado com óleo de milho, possivelmente, em consequência da menor utilização da glicose para a produção de energia devido a maior utilização de ácidos graxos livres e diminuição da taxa de gliconeogênese.

As concentrações de cortisol aumentaram com o decorrer do teste de resistência em todos os tratamentos, porém apenas no tratamento 0% se observou aumento significativo das concentrações de cortisol nos últimos 40km. Possivelmente, devido a necessidade de manter e ou aumentar as concentrações de glicose plasmática. O principal efeito do cortisol durante o exercício é aumentar a gliconeogênese hepática e também promover a lipólise garantindo assim combustível necessário para o exercício submáximo (HYPPA, 2005). Estes resultados junto com as alterações das concentrações de insulina demonstram que os animais do tratamento 0%, possivelmente, utilizavam mais glicose para suprir a demanda em energia.

As concentrações de uréia aumentaram significativamente em todos os tratamentos com o decorrer do teste de resistência e ainda mostraram-se elevadas 6h após o teste. LUCKE & HALL (1980) também observaram concentrações de uréia, significativamente superiores após prova de enduro de 80 km. Segundo POROCOVA et al. (1999) dois principais processos alteram a concentração sangüínea de uréia, a taxa de síntese de uréia pelos hepatócitos e a taxa de uréia captada pelos rins. A taxa de síntese de uréia, primariamente, depende da função hepática, que é influenciada pelas alterações da proteína da dieta e pelo catabolismo proteico.

Apenas ao final dos 80 km, verificou-se efeito significativo da ingestão de óleo sobre a concentração de uréia. De acordo com GRAHAM-THIERS (2003), a inclusão de óleo na dieta pode aumentar a digestibilidade da proteína aumentando, conseqüentemente, a quantidade de aminoácido na circulação. Este aumento também pode estar relacionado, segundo os mesmos pesquisadores, à redução do turnover protéico devido a maior utilização de AGL para produção de energia.

As concentrações musculares de glicogênio não diferiram significativamente entre os tratamentos. Entretanto, apenas no tratamento de maior consumo de óleo não

se observou diferença ($P < 0,05$) entre o repouso e após 60km nas concentrações musculares de glicogênio. Demonstrando que os animais deste tratamento provavelmente economizaram o glicogênio muscular em detrimento da maior de utilização dos ácidos graxos para produção de energia.

Nos humanos, a diminuição da oxidação do glicogênio muscular é resultado do treinamento de resistência e foi diretamente associado ao aumento na oxidação dos triacilgliceróis originários dos músculos (COYLE, 1997). A manutenção das reservas de glicogênio significa economia e possibilidade de utilização nas situações em que a demanda energética aumenta (MARQUEZE et al., 2001).

De acordo com os trabalhos de PAGAN et al. (2002), DUNNETT et al. (2002) e GRAHAM-THIERS et al. (2003) a grande vantagem de utilizar dietas hiperlipídicas concomitante ao treinamento físico é favorecer a utilização de ácidos graxos como substrato para o metabolismo energético. Como consequência desta alteração metabólica ocorre a economia de outros substratos como a glicose plasmática, aminoácidos e o glicogênio muscular.

Neste trabalho como nos de PAGAN et al. (2002), GRAHAM-THIERS et al. (2003) não foram observados efeito significativo da suplementação com óleo e nos valores de proteína total, albumina e temperatura retal.

Os aumentos da proteína plasmática e da albumina podem estar relacionados com a perda de água corporal (POROCOVA et al., 1989). Em provas de resistência, um dos grandes desafios é conseguir dissipar o grande calor produzido pelo metabolismo energético. O principal meio de perda de calor em eqüinos é o da evaporação do suor e com isto há grande perda de água corporal. De acordo com MEYER (1995) devido à estreita relação entre a concentração de proteína total e a perda de água corporal, o grau de desidratação pode ser verificado por meio da concentração plasmática de proteína. Segundo este pesquisador, a concentração de proteína total de 7 a 8 mg/dL indica desidratação leve, enquanto que concentração maior que 9,5 mg/dL indica desidratação severa. Apesar dos valores médios de proteína totais terem variado de 7,44 a 9,19mg/dL, não foi observado, na avaliação clínica realizada nos pontos de controle, grau de desidratação que impossibilitasse o animal de continuar a prova.

As alterações nas concentrações médias de albumina observadas durante o teste de resistência estão dentro da variação normal observada em repouso, de acordo com ROSE & HODGSON (1994). LUCKE & HALL (1980), após prova de enduro de 80Km, encontraram aumento significativo nas concentrações de albumina e hematócrito, relacionando-as com a perda de água corporal.

Como a albumina é um importante transportador de AGL, esperava-se que as concentrações de albumina aumentassem concomitantemente com os ácidos graxos livres no sangue, porém isto não ocorreu.

O aumento significativo da temperatura retal pode refletir a grande produção de calor durante o teste de resistência. Entretanto, não se observou, uma possível influência na temperatura retal do menor incremento calórico do metabolismo dos ácidos graxos nos tratamentos com maior inclusão de óleo que, provavelmente utilizaram mais este substrato para produção de energia.

V. Conclusões

O perfil sanguíneo de lípidos não foi alterado com o consumo de óleo de soja.

Não ocorreu influência da ingestão de concentrado com óleo de soja sobre parâmetros bioquímicos, hematológicos e fisiológicos relacionados ao desempenho.

O lactato sanguíneo não reduziu com a ingestão de maiores quantidades de óleo.

O tratamento com 24% de inclusão de óleo no concentrado foi o único que não apresentou redução do glicogênio muscular após 60km de exercício. A economia deste substrato energético pode contribuir na manutenção do desempenho no final das competições.

A suplementação com óleo vegetal dever ser mais estudada para que se determine a quantidade e o tempo de fornecimento necessários para que se promova melhor desempenho dos eqüinos atletas. Visto que as vantagens em diminuir a ingestão de carboidratos solúveis e aumentar a densidade energética da dieta já são práticas usuais no meio eqüestre.

VI. REFERÊNCIAS

- BALDISSERA, V. **Fisiologia do exercício para eqüinos**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997. p. 39-47. (Cadernos Técnicos da Escola de Medicina Veterinária da UFMG, n.19).
- BEITZ, D. C. Metabolismo Lipídico; In: DUKES, M. J. S. **Fisiologia dos animais domésticos**, 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 412-429.
- COYLE, E. F. Metabolismo lipídico durante o exercício. **Gatorate Sports Sci. Inst.**, São Paulo, n. 15, 1997. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/gepec/artigometablipideos.pdf>>. Acesso em: 5 nov. 2004.
- COUROUCÉ, A. **Endurance and sprint training**. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE, 1999, Cordoba: Wageningen, Pers, 1999. p. 190-202.
- DYBDAL, N. O. et al. Alterations in plasma corticosteroids, insulin and selected metabolites in horses used in endurance rides. **Equine Vet. J.**, London, v. 12, p. 173-140, 1980.
- DUNNETT, C. E.; MARLIN, D. J.; HARRIS, H. C. Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolic adaptation. **Equine Vet. J.**, London, v. 34, p. 75-80, 2002. Supplement.
- EATON, M. D. Energetics and performance. In: ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. p. 49-62.
- ERICKSON, H. H. Fisiologia do exercício. In: DUKES, M. J. S. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. p. 277-296.
- ESSÉN, B.; LINDHOL, A.; THORTHON, J. Histochemical properties of muscle fibres types and enzyme activities in skeletal muscles of Standardbred trotters of different ages. **Equine Vet. J.**, London, v. 12, n. 4, p. 175-180, 1980.
- FRAPE, D. L. **Equine nutrition and feeding**. Oxford: ed. Blackwell Science, 1998. 564p.
- FREITAS, E. V. V. **Adição de óleo na dieta de eqüinos da raça mangalarga marchador em provas de resistência**. 2002. 82f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

GEELLEN, S. N et al. Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. **Equine Vet. J.**, London, v. 30, p. 475-478, 1999. Supplement.

GEOR, R. J.; WEISS, D. J. Drugs affecting thhe hematologic system of performance horse. **Vet. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 9, n. 3, p. 649-667, 1993.

GOODMAN, H. M. et al. Determination of energy source utilized by the light horse. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 37, p. 56-60, 1973.

GRAHAM-THIERS, P. M. et al. Dietary protein and fat effects on protein status in Arabian horses during interval training repeated sprints. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v. 23, n. 12, p. 554-559, 2003.

GRAHAM-THIERS, P. M. et al. Dietary protein restriction and fat supplementation diminish the acidogenic effects of exercise during repeated sprints in horses. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 131, p. 1959-1964, 2001.

HAMBLETON, P. L. et al. Dietary protein and fat effects on protein status in Arabian Horses during interval training repeated sprints. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v. 51, p. 1330-1334, 1980..

HYPPPA, S. Endocrinal responses in exercising horses. **Livest. Prod. Sci.**, Amsterdam, v. 92, p. 113-121, 2005.

HINTZ, H. F. **Alimentando o cavalo atleta**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997. p. 49-57. (Cadernos Técnicos da Escola de Medicina Veterinária da UFMG, n.19).

HOLLAND, J. L.; KRONFELD, D. S.; NEACHAM, T. N. Behavior of horses is affected by soy lecithin and corn oil in the diet. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 74, p. 1252-1255, 1996.

JOHNSON, M. M.; PETERS, J. P. Technical Note: An improved method of quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 71, p.753-756, 1973.

JONES, D. L. et al. Muscle glycogen in exercised miniature horses at various body conditions and fed a control or fat supplemented diet. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v. 12, n. 5, p. 287-291, 1992.

JONES, W. E. **Equine sports medicine**. Philadelphia:. Lea & Febiger Books, 1989. 329p.

KANE, E.; BAKER, J. P.; BULL, L. S. Utilization of a corn oil supplemented diet by the pony. **J. Anim. Sci.**, Champaign, v. 48, n. 6, p. 1379-1383, 1979.

LAWRENCE, L. Nutrition and Athletic Horse. In: ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. **The Athletic Horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W. B. Saunders, 1994. p. 205-230.

LEWIS, L. D. **Equine clinical nutrition: feeding and care**. Philadelphia, Lea & Febiger Books, 1995. 587p.

LINDHOLM, A.; PIEHL, K. Fibre composition, enzyme activity and concentrations of metabolites and electrolytes in muscle of Standardbred horses. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Copenhagen, v.15, p. 287-309, 1974.

LUKE, J. N.; HALL, G. N. Further studies on the metabolic effects of long distance riding: Golden Horseshoe Ride 1979. **Equine Vet. J.**, London, v. 12, p. 189-192, 1980.

MARQUEZE, A.; KESSLER, A. M.; BERNARDI, M. L. Aumento do nível de óleo em dietas isoenergéticas para cavalos submetidos a exercício. **Ciênc. Rur.**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 491-496, 2001.

McMIKEN, D. F. An energetic basis of equine performance. **Equine Vet. J.**, London, v. 15, p.123-133, 1983.

MEYER, H. **Alimentação de cavalos**. São Paulo: Varela, 1995. 303p.

MEYERS, M. C.; POTTER, G. D.; GREENE, L. W. Physiological And Metabolic Response of Exercising Horses to added dietary fat. In: EQUINE NUTRITION PHISIOLOGY SOCIETY SYMPOSIUM, 10., 1987. Fort Collins. **Proceedings...** Fort Collins: Colorado State University, 1987. p.107-113.

MOON, T. W.; FOSTER, G. D.; PLISETSKAYA E. M. Changes in peptide hormones and liver enzymes in the rainbow trout deprived of food 6 weeks. **Can. J. Zool.**, Ottawa, v. 67, p. 2189-2193, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of horses**. Washington: National Academy of Sciences, 1989. p. 100.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. Belo Horizonte: Copiadora Breder, 1995. p. 334.

ORME, C. E. et al. Metabolic adaptation to a fat-supplemented diet by the thoroughbred horse. **Br. J. Nutr.**, Cambridge, v. 78, p. 443-458, 1997.

PAGAN, J. D. et al. Effects of fat adaptation on glucose kinestcs and substrate oxidation during low-intensity exercise. **Equine Vet. J.**, London, v. 34, p. 33-38, 2002. Supplement.

POROCOVA, J. et al. Biochemical profile in the blood serum of warm-blooded and cold-blooded horses. In: CONFERENCE ON EQUINE SPORTS MEDICINE AND SCIENCE, 1999, Cordoba: Wageningen Pers, 1999. p. 76-79.

RIVERO, J. L. L.; SERRANO, A. L.; HENCKEL, P. Activities of selected aerobic and anaerobic enzymes in gluteus medius muscle of endurance horses with different performance records. **Vet. Rec.**, London, v. 19, p. 187-192, 1995.

ROSE, R. J. Endurance exercise in the horse- a review. Part I. **Brit. Vet. J.**, Cambridge, v. 142, n. 6, p. 532-541, 1986.

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

SILVA, D.J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1990, 165p.

SLOET Van OLDRUITENBORGR-OOSTERBAAN, M. M. et al. Exercise and metabolism-associated blood variables in Standardbreds fed either a low or a high-fat diet. **Equine Vet. J.**, London, v. 34, p. 29-32, 2002. Supplement.

SNOW, D. H. Ergogenic aids to performance in the race horse: nutrients or drugs. **J. Nutr.**, Philadelphia, v. 124, 2730s-2735s, 1994.

SNOW, D. H.; ROSE, R. J. Hormonal changes associated with long distance exercise. **Equine Vet. J.**, London, v. 13, n. 3, p. 195-197, 1981.

SOMMARDAHL, C. S. et al. Alterations in blood viscosity in horses competing in cross country jumping. **Am. J. Vet. Res.**, Chicago, v. 55, n. 3, p. 389-394, 1994.

TEGBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, O. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism running exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Hagerstown, v. 25, p. 620-627, 1993.

VALETTE, J. P. et al. Standardization of muscular biopsy of gluteus medius in French trotters. **Equine Vet. J.**, London v. 30, p. 342-344, 1999. Supplement.