

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE EQÜINOS
DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE EM TESTES DE ESFORÇO
PROGRESSIVO REALIZADOS EM ESTEIRA ROLANTE
DURANTE A FASE DE TREINAMENTO E EM PROVA DE
ENDURO A CAMPO

César Andrey Galindo Orozco

Orientador: Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias UNESP, Câmpus de Jaboticabal - como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária - área de concentração em Medicina Veterinária (Clínica Médica Veterinária).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Novembro de 2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CÉSAR ANDREY GALINDO OROZCO – Nascido na cidade de Bogotá - Colômbia, em 10 de Outubro de 1976, Médico Veterinário graduado pela Universidad de La Salle em Bogotá, com início em 1994 e colação de grau em 13 de outubro de 2000, certificado profissional nº 0634 de Comvezcol Colômbia. Atuou como Médico Veterinário durante o período de outubro de 2000 e junho de 2002 na Casa Agropecuária de La Sabana na cidade de Sesquilé - Cundinamarca. No ano de 2003 ingressou no curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal, área de concentração em Clínica Médica Veterinária. Em 30 de junho de 2004 obteve título de Mestre sob a orientação do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, com a dissertação intitulada “Parâmetros Hematimétricos e Leucométricos em Éguas da Raça Brasileiro de Hipismo e Bretão durante a Gestação”. Subseqüentemente, em agosto de 2004 ingressou no programa de Pós-graduação FCAV/UNESP, nível doutorado, em Medicina Veterinária, área de concentração em Clínica Médica Veterinária.

Aos meus Pais Faustino Galindo Rodriguez e Ana Lucia Orozco de Galindo por seu imenso amor, apoio, sacrifício e confiança em cada um dos meus passos durante minha carreira profissional assim como durante toda a minha formação como pessoa, filho, irmão e amigo.

Dedico.....

HUMILDADE É UM MENSAGEIRO DO TRIUNFO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me permitir realizar todos os sonhos da minha vida no meu aprimoramento pessoal e profissional .

Aos meus queridos irmãos, Lorena e Fausto Javier, pela constante torcida, respeito e amor em prol de construir um futuro melhor para nossa família e nossas vidas.

A minha tia Purita, tio Willy, Jenny pelo imenso amor, confiança, carinho e toda essa vontade de colaboração e respaldo ombro a ombro durante minha vida.

Ao meu tio Hugo, Maritza, Maria de Los Angeles e Maria Isabel, presente divino de Deus, pelo seu grande amor e longa espera por voltar e ficar perto de vocês.

A meu “pai Brasileiro” Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, por ter acreditado em mim desde o primeiro dia como pessoa e profissional, e pela grande oportunidade que me brindou para iniciar outra etapa da minha vida através de um caminho repleto de conhecimentos, alegrias, desafios, e pela linda amizade de respeito e confiança que a vida nos ofereceu.

Ao mestre, amigo, colega e irmão: Prof. Dr. Jairo Jaramillo Cardenas “el chino”, pela grande amizade e generosidade como pessoa e profissional incondicional e ter sido a ponte que me permitiu vir ao Brasil.

Ao programa de Pós-graduação da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista FCAV-UNESP campus de Jaboticabal, por me conceder uma vaga no programa de Medicina Veterinária.

A todos os professores desta instituição responsáveis pelo meu aprimoramento e formação profissional, em especial ao Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto pela grande colaboração, confiança e acolhida.

Aos amigos e colegas de departamento e de pesquisas, Guilherme de Carmargo Ferraz “nhonho”, Rafael Teixeira “Professor Girafales”, Fabiana Christovão “tartaruga”, Flora D`Angelis “floradã”, Eduardo Freitas “professor”, Carla Braga Martins “Carlita”, Lina Maria Gomyde, Marco Augusto “Guidão”, Raquel Albernaz “tenente”, Arnodson “O Grande”, Deborah Dias, pelos bons momentos de pesquisas, discussões e por aqueles lindo momentos de alegria

e lazer que convivemos. Todos vocês fizeram parte da minha história e ficarão para sempre em meus pensamentos.

Agradeço a mulher que Deus colocou no meu caminho e tem me dado todo seu amor, carinho, respeito e apoio desde que a conheci " *mi Roselita.*"

A todos e cada um dos funcionários do departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária e do departamento de Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/UNESP pela amizade, respeito e grande disposição em cada pesquisa desenvolvida durante todos estes anos.

À FAPESP por ter concedido recursos financeiros para o desenvolvimento do projeto de pesquisa e a CAPES pela concessão da bolsa durante meus estudos de doutorado.

A minha instituição de ensino na Colômbia, *La Universidad de La Salle*, que me aprimorou nos meus estudos de graduação e à qual farei parte como docente.

Aos amigos colombianos especialmente: Natalia, Luis Miguel, Diana Rojas, Álvaro Cobo, Juan Carlos Parra, Mônica Hurtado, Henry, Jonh, Camilo, Cristina, Geovanni e Pedro, com os quais vivemos momentos juntos de alegrias e tristezas longe de nossa terra aprendendo culturas diferentes e discutindo diversos temas em prol do nosso processo de formação.

A Jaboticabal, cidade que me acolheu e residi durante cinco anos e meio, aprendendo a viver junto à família Jaboticabalense.

As pessoas que me brindaram a oportunidade de fazer parte do mundo do enduro eqüestre aqui no Brasil como a Elizabeth Vanchelle, Vandinha, o grande Danilo, o brincalhão Gustavo, o Cláudio, a Martica, o Paulo e ao meu grande amigo Uruguaio Pepe Verocay.

Aos cavalos, espécie fiel e grata, que me permitiram aprimorar nos estudos de pós-graduação e conhecimentos da vida.

Ao Brasil, terra de amor, de alegria, de gente amável, querida e cheia de gratidão, que me cativou desde o primeiro dia que cheguei e hoje meu coração é e será Brasileiro.

..." Terra dourada, entre outras mil és tu Brasil, oh pátria amada..."

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xii
SUMÁRIO	xii
CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
CAPÍTULO 2. RESPOSTAS HEMATOLOGICAS E PERFIL BIOQUÍMICO DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DURANTE EXERCÍCIOS TESTE REALIZADOS EM ESTEIRA ROLANTE ANTES E APÓS 45 E 90 DIAS DE TREINAMENTO A CAMPO.	
Resumo.....	20
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.1. Animais.....	24
2.2. Protocolo do Exercício Teste (ET).....	24
2.3. Momentos de Colheita de sangue na Esteira Rolante.....	25
2.4. Amostras de Sangue.....	25
2.5. Treinamento.....	26
2.6. Análises Laboratoriais.....	26
2.6.1. Lactato sangüíneo.....	27
2.6.2. Hemograma e Proteína Plasmática Total.....	27
2.6.3. Perfil Bioquímico.....	27
2.6.3.1. Glicose.....	28
2.6.3.2. Insulina e Cortisol.....	28
2.6.3.3. Triacilglicerol e Colesterol Total.....	28
2.6.3.4. Eletrólitos.....	28
2.7. Análise Estatística.....	28
3. RESULTADOS	29
3.1. Intensidade do Treinamento (60% V ₄).....	29
3.2. Avaliação Hematimétrica.....	29
3.3. Avaliação da Concentração Plasmática de Proteína Total.....	30
3.4. Avaliação Leucométrica.....	31
3.5. Avaliação Bioquímica.....	40
3.6. Avaliação de Eletrólitos.....	47
4. DISCUSSÃO	51
5. CONCLUSÕES	60
6. REFERÊNCIAS	61

CAPÍTULO 3. COMPORTAMENTO DE VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DETERMINADAS DURANTE PROVA DE ENDURO DE 60 km SUBMETIDOS A 90 DIAS DE TREINAMENTO.

Resumo.....	69
1. INTRODUÇÃO.....	70
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	72
2.1. Animais.....	72
2.2. Treinamento.....	72
2.3. Prova de Enduro.....	72
2.4. Avaliação Veterinária.....	73
2.5. Momentos de Colheita de Sangue.....	73
2.6. Amostras de Sangue.....	74
2.7. Análises Laboratoriais.....	74
2.7.1. Hemograma.....	75
2.7.2. Perfil Bioquímico.....	75
2.7.2.1. Glicose.....	75
2.7.2.2. Insulina e Cortisol.....	75
2.7.2.3. Triacilglicerol e Colesterol.....	76
2.7.2.4. Ácidos Graxos Livres.....	76
2.7.2.5. Eletrólitos.....	76
2.8. Análise Estatística.....	76
3. RESULTADOS.....	77
3.1. Avaliação Hematológica.....	77
3.2. Avaliação Bioquímica.....	82
3.3. Avaliação de Eletrólitos.....	86
4. DISCUSSÃO.....	89
5. CONCLUSÕES.....	96
6. REFERÊNCIAS.....	97
APÊNDICE.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS

A.G.L.- ácidos graxos livres

CHCM - concentração de hemoglobina corpuscular média

ET- exercício teste

FC- frequência cardíaca

He – hemácias

Hb - hemoglobina

Ht - hematócrito

Leu - leucócitos

Linf- linfócitos

Neu. Seg.- neutrófilos segmentados

PSA - puro sangue árabe

PT - proteína total

VCM - volume corpuscular médio

60% V_4 – 60 % da velocidade na qual o cavalo atingi (4mmol/L)

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2. RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS E PERFIL BIOQUÍMICO DE EQÜINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DURANTE EXERCÍCIOS TESTE REALIZADOS EM ESTEIRA ROLANTE ANTES E APÓS 45 E 90 DIAS DE TREINAMENTO A CAMPO.

- Figura 2.1.** Representação gráfica da velocidade de treinamento ($60\% V_4$) durante os três ETs realizados em esteira Rolante. ET_0 basal; ET_{45} dias de treinamento e ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$).....29
- Figura 2.2.** Representação gráfica da contagem eritrocitária ($\times 10^6/uL$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....33
- Figura 2.3.** Representação gráfica do hematócrito (%) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....34
- Figura 2.4.** Representação gráfica da hemoglobina (g/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....35
- Figura 2.5.** Representação gráfica da concentração plasmática de proteína total (g/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias

seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....36

Figura 2.6. Representação gráfica da contagem de leucócitos totais ($\times 10^3/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....37

Figura 2.7. Representação gráfica da contagem de neutrófilos segmentados ($\times 10^3/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....38

Figura 2.8. Representação gráfica da contagem de linfócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....39

Figura 2.9. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....42

Figura 2.10. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de insulina (pmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante.

Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....43

Figura 2.11. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de cortisol (nmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....44

Figura 2.12. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de triacilglicerol (mg/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....45

Figura 2.13. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de colesterol total (mg/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....46

Figura 2.14. Representação gráfica das concentrações séricas de sódio (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento.

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.....48

Figura 2.15. Representação gráfica das concentrações séricas de potássio (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....49

Figura 2.16. Representação gráfica das concentrações séricas de cálcio ionizado (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3, M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).....50

CAPÍTULO 3. COMPORTAMENTO DE VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DETERMINADAS DURANTE PROVA DE ENDURO DE 60 km EM EQUINOS SUBMETIDOS A 90 DIAS DE TREINAMENTO.

Figura 3.1. Representação gráfica da contagem eritrocitária ($\times 10^6/uL$) antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....78

Figura 3.2. Representação gráfica da concentração de hemoglobina (g/dL) antes (M_0), durante (M_1, M_2, M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....78

- Figura 3.3.** Representação gráfica do hematócrito (%) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....79
- Figura 3.4.** Representação gráfica da concentração de Proteína Total (g/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....79
- Figura 3.5.** Representação gráfica da concentração de hemoglobina corpuscular média (g/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....80
- Figura 3.6.** Representação gráfica da contagem total leucócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....80
- Figura 3.7.** Representação gráfica da contagem de neutrófilos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....81
- Figura 3.8.** Representação gráfica da contagem de linfócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....81
- Figura 3.9.** Representação gráfica da concentração plasmática de glicose (mg/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....84
- Figura 3.10.** Representação gráfica da concentração plasmática de insulina (pmol/L) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....84

- Figura 3.11.** Representação gráfica da concentração plasmática de cortisol (nmol/L) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....85
- Figura 3.12.** Representação gráfica da concentração plasmática de triglicédeos (mg/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....85
- Figura 3.13.** Representação gráfica da concentração plasmática de ácidos graxos livres (mg/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....86
- Figura 3.14.** Representação gráfica da concentração séricas de eletrólitos: A, sódio; B, potássio; C, cloro; D, cálcio ionizado (mmol/L), antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).....88

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2. RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS E PERFIL BIOQUÍMICO DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DURANTE EXERCÍCIOS TESTE REALIZADOS EM ESTEIRA ROLANTE ANTES E APÓS 45 E 90 DIAS DE TREINAMENTO A CAMPO.

- Tabela 2.1.** Médias \pm erro padrão da média (EPM) da velocidade de treinamento a 60% do V_4 apresentado por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe durante a realização de exercícios teste em esteira rolante. Antes e após 45 e 90 dias de treinamento (ET_0 ; ET_{45} e ET_{90}) respectivamente, Jaboticabal, Brasil, 2007.....105
- Tabela 2.2.** Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis eritrométricas e proteína total apresentadas por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após termino de cada Exercício Teste (ET). ET_0 -basal: realizado com eqüinos destreinados; ET_{45} e ET_{90} dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.....106
- Tabela 2.3.** Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis leucométricas apresentadas por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após termino de cada Exercício Teste (ET). ET_0 -basal: realizado com eqüinos destreinados; ET_{45} e ET_{90} dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.....107
- Tabela 2.4.** Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis bioquímicas apresentadas por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após termino de cada Exercício Teste (ET). ET_0 -basal: realizado com eqüinos destreinados; ET_{45} e ET_{90} dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.....108
- Tabela 2.5.** Média \pm erro padrão da média (EPM) da concentração sérica de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio ionizado (Ca^{2+}) apresentada por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após termino de cada Exercício Teste (ET). ET_0 -basal: realizado com eqüinos destreinados; ET_{45} e ET_{90} dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.....109

CAPÍTULO 3. COMPORTAMENTO DE VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE EQUINOS DA RAÇA PURO SANGUE ARABE DETERMINADAS DURANTE PROVA DE ENDURO DE 60 km EM EQÜINOS SUBMETIDOS A 90 DIAS DE TREINAMENTO.

Tabela 3.1. Média \pm EPM de variáveis hematológicas de eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após período de recuperação, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.....110

Tabela 3.2. Média \pm EPM das variáveis bioquímicas de eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.....111

Tabela 3.3. Média \pm EPM da concentração séricas de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloro (Cl^-) e cálcio ionizado (Ca^{2+}) de eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.....112

RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS, METABÓLICAS E ELETROLÍTICAS EM EQÜINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE SUBMETIDOS A TREINAMENTO E PROVA DE ENDURO

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo monitorar as alterações hematológicas, metabólicas e eletrolíticas induzidas pelo exercício, em cavalos árabes submetidos ao treinamento a campo durante 90 dias, nos quais foram realizados três Exercícios Teste (ETs) em esteira rolante antes, 45 e 90 dias de treinamento (ET₀, ET₄₅ e ET₉₀ dias respectivamente). Ao final do treinamento realizou-se uma prova de enduro de 60 km de distância, na qual foram determinadas variáveis hematológicas e bioquímicas. Amostras de sangue venoso foram coletadas durante os ET nos seguintes momentos e velocidades: M₀ – (basal); M₁ – (3,5 m/s); M₂ – (6,0 m/s); M₃: ET₀ – (7,5 m/s); ET₄₅ – (8,0 m/s); ET₉₀ – (8,5 m/s) e M₄ – (1,7 m/s) e após período de recuperação (1 e 6 horas). Amostras de sangue venoso foram coletadas durante a prova de enduro nos seguintes momentos: antes do início da prova (M₀), durante a prova (M₁, M₂, M₃, respectivamente) e 15; 60 e 360 minutos após período de recuperação. Observaram-se aumentos no número de eritrócitos, hematócrito, concentração de hemoglobina, leucócitos, neutrófilos, e na concentração plasmática de proteína total durante a realização dos ETs e da prova de enduro. A concentração de glicose aumentou gradativamente durante a realização dos ETs e apresentou decréscimo após o primeiro anel no enduro. O teor de triacilglicerol aumentou durante os ET, bem como durante o enduro. As alterações hormonais revelaram importante elevação na concentração plasmática de cortisol durante o esforço e diminuição da insulinemia nos ET e durante o enduro. Os teores dos eletrólitos de K⁺ e Ca²⁺ apresentaram mudanças no decorrer dos ET assim como K⁺, Ca²⁺ e Cl⁻ durante a prova de enduro. Concluiu-se que após 90 dias de treinamento a campo com velocidade de 60% do V₄, houve adaptações hematológicas, metabólicas e eletrolíticas necessárias para a realização de prova de enduro de 60 km.

Palavras-chave: prova de enduro, eqüinos, exercício teste, treinamento.

HEMATOLOGIC, METABOLIC AND ELECTROLYTIC RESPONSES IN ARABIAN PURE BREED HORSES SUBMITTED TO TRAINING AND ENDURANCE

SUMMARY – The present study aimed to check the hematologic, metabolic and electrolytic alterations induced by exercise in Arabian horses submitted to field training during 90 days, when three Exercises Test (ETs) were performed on a treadmill: before the training, 45 and 90 days after it (TE₀, TE₄₅ and TE₉₀ days, respectively). At the end of the training, period it was performed a 60-km endurance test to check the variables. Jugular venous blood samples were collected from 12 horses during the test in the following moments and speed: M₀ – (basal); M₁ – (3.5 m/s); M₂ – (6.0 m/s); M₃: TE₀ – (7.5 m/s); TE₄₅ – (8.0 m/s) and TE₉₀ – (8.5 m/s) and M₄ – (1.7 m/s) and after the recovery period (1 and 6 hours). After the 90 days of training, jugular venous blood samples were collected from eight horses during the endurance test at the following moments: before the beginning of the test (M₀), during the test (M₁, M₂, M₃) and 15, 60 and 360 minutes after the end of the task it was possible to observe, in the counting of erythrocytes, hematocrit and in the hemoglobin, leukocytes and neutrophils concentration, a light increase in the total plasmatic protein concentration during the ETs and endurance test. The glucose concentration, increased gradually during the ETs and presented a numeric decrease after the first ring in the endurance. The hormonal alterations revealed an important increase in of the plasmatic cortisol concentration during the effort, and an insulin decrease in the TE and endurance. The electrolytes K⁺ and Ca²⁺ presented changes along the TE, as well as K⁺, Ca²⁺ and Cl⁻ during the endurance ride. We concluded that, after 90 days of field training with speed at 60% of the V₄, there were hematological, metabolic and electrolytic adaptations which were necessary for the 60-km endurance test.

Key words: endurance rides, equines, exercise test, physiological variables.

CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Desde a antiguidade, o homem vem desafiando sua capacidade física, objetivando a superação de marcas de velocidade e da capacidade de resistência como um desafio à natureza do próprio organismo, aprimorando os atletas em todas as modalidades esportivas por meio da utilização de métodos científicos de protocolos de treinamento, elevando cada vez mais a qualidade do condicionamento físico (ROSE et al., 1983).

Sob o ponto de vista histórico, a atenção científica volta-se inicialmente para os diversos mecanismos orgânicos ligados ao esforço físico e às alterações fisiológicas que ocorrem durante a atividade física em humanos. Os primeiros estudos foram realizados na década de 20 do século passado, na tentativa de ampliar os conhecimentos sobre as alterações físico-químicas, responsáveis pelas graves manifestações de fadiga observadas durante e após os exercícios extenuantes (FOSS & KETEYIAN, 2000).

Continuando com a mesma linha científica dedicada ao estudo em humanos atletas, PROCTOR et al. (1934) foram motivados à realização de estudos sobre a fisiologia do exercício em eqüinos, visando o conhecimento sobre os fenômenos decorrentes do trabalho realizado em cavalos de tração. Esse fato permitiu a consideração desse estudo como o primeiro marco no conhecimento da fisiologia do exercício em eqüinos (BOFFI et al., 2003).

Os estudos sobre fisiologia do esporte em eqüinos expandiram-se devido à perda do espaço do cavalo como ferramenta primordial de trabalho na Europa e Estados Unidos, e ao crescente destaque e interesse nos diferentes esportes eqüestres. Neste cenário, surge o Dr. Sune Persson, um dos pioneiros desta ciência e também o responsável pelo desenvolvimento dos primeiros estudos com eqüinos de trote em esteira rolante no início da década de 60 na Suécia, despertando grande interesse e curiosidade dos colegas, estimulando a realização de pesquisas em outras áreas (EVANS, 2000).

Entretanto, somente na década de 60 foram realizadas pesquisas com metodologia científica, estabelecendo-se uma nova área de conhecimento na Medicina Veterinária, denominada *Medicina Esportiva em Eqüinos*, que evoluiu como ciência do exercício no meio científico internacional. Este fato fez com que muitas marcas atléticas anteriores à esta década fossem superadas por

atletas dos países que desenvolveram tecnologias e métodos científicos de avaliação da fisiologia e da fisiopatologia do exercício em eqüinos. Os EUA e alguns países do leste europeu como Polônia, Rússia, Hungria, Bulgária e Croácia foram os grandes incentivadores das pesquisas nesta área do conhecimento da medicina veterinária (PRINCE et al., 2001).

Posteriormente, na década de 80, foram publicados livros sobre treinamentos de cavalos, tomando por base a aplicação de protocolos simples que exaltavam as possibilidades de sucesso atlético. Infelizmente, estes fatos não puderam ser muito considerados devido à falta de conhecimentos mais aprofundados e também à deficiente metodologia científica aplicada (THOMASSIAN, 2005).

A evolução da medicina esportiva em eqüinos no mundo, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, tem aumentado consideravelmente nos últimos 20 anos com a implantação de laboratórios especializados. Em condições laboratoriais, é possível desenvolver e estabelecer complexas interações entre os sistemas musculoesquelético, neuroendócrino, respiratório e cardiovascular, possibilitando a obtenção do máximo desempenho atlético (FERRAZ, 2006).

A capacidade e interação destes sistemas frente ao exercício representam uma base importante na determinação do potencial de desempenho atlético, permitindo com que um grande número de pesquisas seja beneficiado por metodologias modernas de avaliação, e por programas de treinamento aplicados pelos médicos veterinários especializados juntamente com treinadores e proprietários (OVERGAARD et al., 2004).

É importante destacar que a habilidade atlética é determinada por quatro fatores principais: genética, ambiente, saúde e treinamento. Destes fatores, o treinamento seria, após as influências genéticas, o mais importante para determinar o sucesso esportivo do eqüino atleta (McKEEVER et al., 1999). Neste sentido, os programas de treinamento de eqüinos devem ser objetivos e claros, aumentando a capacidade do cavalo ao exercício, postergando o tempo de início de manifestações de fadiga, melhorando o desempenho físico considerando-se a destreza do cavalo e cavaleiro, força, velocidade e resistência, o que diminui assim os riscos de lesões e preservando a integridade física e psicológica do cavalo (SNOW, 1991).

RESPOSTAS DO ORGANISMO AO EXERCÍCIO

Lactato Sangüíneo

A concentração de lactato sangüíneo ou sérico é uma das variáveis mais utilizadas para a obtenção de informações sobre o condicionamento atual do atleta e sobre o progresso do animal durante o treinamento (TRILK et al., 2002). Tal concentração apresenta fácil mensuração tanto em condições laboratoriais como em condições de campo, e está relacionada à intensidade do exercício, possibilitando avaliar a capacidade do sistema energético (LINDNER et al., 2003). A utilização da velocidade do lactato de 4mmol/L (V_4) é um bom indicador da capacidade de resistência em cavalos (COUROUCÉ et al., 1997), podendo auxiliar na escolha dos animais e na indicação de um protocolo de treinamento mais eficiente (GERARD et al., 2002).

Com o aumento da intensidade do exercício há primeiramente elevação discreta das concentrações sangüíneas ou plasmáticas de lactato, mas atingida determinada intensidade de esforço, ocorre repentina elevação do lactato, formando um ponto de inflexão na curva lactato-velocidade. Este ponto é referido como limiar anaeróbico ou início do acúmulo de lactato no sangue, e geralmente ocorre quando a concentração de lactato alcança entre 2 e 4mmol/L (COUROUCÉ et al., 1997). Adicionalmente, é possível estabelecer treinamentos com diferentes cargas e intensidades com relação ao valor do V_4 tendo em consideração o tipo de piso a percorrer, condições climáticas e/ou peso do cavaleiro, adotando-se uma velocidade de treinamento a 60% do V_4 (NIMMO & SNOW, 1982).

Respostas Hematológicas

A medula óssea é responsável pela produção contínua de hemácias. Os eritrócitos são as células sangüíneas essenciais para o transporte de oxigênio aos tecidos por meio do sistema vascular. Considerando sua morfologia bicôncava e a elevada flexibilidade, eles permitem maximizar a área de superfície facilitando o intercâmbio de gases e a passagem pelos capilares mais estreitos, proporcionando maior eficiência e rapidez no metabolismo celular (WAGNER et al., 1995; McKEEVER et al., 1999). Uma vez que estas

células participam de diferentes atividades metabólicas celulares, elas são acumuladas e eliminadas no baço após uma vida média de 140 – 150 dias por eritrócito (FELDMAN et al., 2000). Estas células não possuem núcleo nem mitocôndrias, fato que exige delas a obtenção de ATP exclusivamente por glicólise anaeróbica a partir da glicose plasmática, produzindo ácido láctico que se difunde para o plasma (ANDREW et al., 1995).

O hematócrito (Ht) é a expressão da massa eritrocitária no sangue. Existe uma direta relação entre o valor do Ht, velocidade de treinamento e distâncias percorridas durante as provas ou corridas, levando entre 30 e 60 segundos para que haja a liberação de catecolaminas e ocorra a contração esplênica, provocando a liberação de hemácias para a circulação. Isso proporciona melhor perfusão tecidual, principalmente para o sistema nervoso central (SNC) e musculatura esquelética (INOUE et al., 2005). Posteriormente ao término do esforço físico, o Ht retorna aos valores basais (EVANS & ROSE, 1988; PIERCY et al., 1998).

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

Considerando a contração esplênica como fator desencadeante do aumento dos valores do Ht, Hb e eritrócitos como resposta ao estresse fisiológico ao exercício, estes valores também podem apresentar mudanças significativas causadas por outros fatores fisiológicos como raça e faixa etária, tempo de colheita da amostra, manejo alimentar, temperamento dos animais e a qualidade e intensidade de exercícios realizados antes da obtenção da amostra (FELDMAN et al., 2000), assim como doenças (WILLIAMS et al., 2001).

Durante exercícios de curta duração e alta intensidade, a mobilização das reservas do baço para a circulação domina a resposta hematológica. Esta liberação de eritrócitos pelo baço aumenta a capacidade de transporte de oxigênio em 50 a 60% (GEOR & WEISS, 1993; ROSE & HODGSON, 1994).

Em estudo comparativo entre eqüinos submetidos a exercícios de curta e de longa duração, foi observado que os valores do Ht foram mais elevados no grupo realizando exercício de longa duração (ANDREWS et al., 1995).

Com relação às características leucométricas em eqüinos, não existe diferença acentuada entre o leucograma de cavalos sedentários e de cavalos atletas em repouso (PALUDO et. al., 2002). Algumas alterações transitórias apresentam-se durante o exercício como resposta à maior atividade simpática, devido à liberação dos leucócitos acumulados no baço junto aos eritrócitos. Diante deste fato, pode-se observar depois da realização de um exercício máximo, um aumento de até 30% no número total de leucócitos decorrente de neutrofilia e/ou linfocitose, o que caracteriza importante variação na relação entre neutrófilos e linfócitos. O número de leucócitos e a relação neutrófilos/linfócitos podem permanecer elevados por várias horas depois de finalizado o exercício (McKEEVER & HINCHCLIFF, 1993).

Pesquisas realizadas em eqüinos durante exercícios prolongados de resistência apresentaram manifestações evidentes no leucograma, como leucocitose, neutrofilia e linfopenia. Tais alterações perduram até 24 horas para retornar aos valores iniciais depois da realização das provas (JACOBSON et al., 1991; GOLLAND et al., 2003). É importante entender que alterações na relação neutrófilos/linfócitos alcançando valores de 10:1, com desvio à esquerda, constituem forte indicativo de ocorrência de esgotamento físico, fadiga, estresse e excesso de treinamento (ANDREW et al., 1995).

A realização de exercícios extenuantes em provas de enduro pode gerar impactos negativos sobre o sistema imunológico durante vários dias após as provas (ROSE et al., 1983). Foram descritos fatos interessantes relacionados à resposta imunológica ocasionada pelo exercício, nos quais eqüinos, sem nenhum tipo de treinamento e em uma condição física inadequada, realizaram uma simples rotina de exercício. Os animais estudados apresentaram efeito negativo à função fagocitária dos macrófagos alveolares e à função dos neutrófilos alveolares até um dia depois do exercício. Por outro lado, em eqüinos submetidos a treinamento intensivo, observou-se diminuição da destruição de leveduras fagocitadas por parte dos neutrófilos (GOLLAND et al., 2003).

Estudos realizados por RUBIO et al. (1995) com eqüinos da raça Puro Sangue Árabe e Andaluz, comparando os parâmetros hematológicos e a concentração de proteínas plasmáticas totais, durante a realização de exercícios testes com velocidades crescentes, encontraram respostas basicamente similares nas duas raças. Foram encontradas algumas diferenças nos índices hematimétricos dos eqüinos Puro Sangue Árabe (VCM e CHCM) assim como aumento na concentração de proteína plasmática total com relação aos cavalos da raça Andaluz.

Pesquisas avaliando as respostas hematológicas ao exercício de longa duração e curta intensidade em esteira rolante, durante treinamento com eqüinos, revelaram que a contagem global de hemácias, hematócrito e concentração de hemoglobina aumentaram consideravelmente, assim como a contagem global de leucócitos, com conseqüente leucocitose fisiológica por aumento dos neutrófilos, os quais foram diminuindo num período de 30 minutos após o exercício, retornando todos os parâmetros hematológicos aos valores normais depois de uma hora do término do exercício (ROSE et al., 1983; FERRAZ, 2006). YASHIKI et al. (1995) estudaram as alterações hematológicas em eqüinos Puro Sangue Inglês (PSI) durante um dia de repouso e em dia de exercício de longa duração e baixa intensidade. Estes autores observaram aumento no número de hemácias, Hb e Ht durante o dia do esforço físico, assim como elevação no número de leucócitos totais e neutrófilos após o exercício.

Segundo TEIXEIRA NETO (2006), em experimento realizado com eqüinos PSA em provas regulares de enduro, ocorreu elevação significativa no número de hemácias, hematócrito e concentração de hemoglobina nos primeiros 30 km de esforço, permanecendo elevados até o final das provas de 70 e 100 km. Os valores retornaram à normalidade no segundo dia após a realização da prova. O autor também observou leucocitose durante a realização das provas, com valores máximos alcançados pelos animais que completaram as provas de 100 km de distância.

Respostas Bioquímicas

A realização do treinamento e de provas por parte dos cavalos de enduro equestre deve obedecer a padrões de acompanhamento, uma vez que estes animais podem sofrer alterações metabólicas extremas. Devido a este fato, destaca-se a importância do acompanhamento e controle veterinário que primam pela preservação da vida, saúde e bem-estar do cavalo. Em levantamento realizado com eqüinos participando de provas de enduro, determinou-se que de 7117 largadas, apenas 50% dos competidores conseguiram terminar a prova e 30% foram eliminados, sendo 63% por claudicações, 37% por problemas metabólicos e os 20% restantes por outros motivos (BURGER & DOLLINGER, 1998).

Um desempenho eficiente de eqüinos durante a realização de exercícios de alta, moderada e baixa intensidade requer um correto funcionamento dos sistemas nervoso, respiratório, cardiovascular e musculoesquelético, para que seja preservada e mantida a homeostasia do organismo durante a execução de cada um dos exercícios. A direta participação do sistema nervoso autônomo e endócrino favorece a mobilização das reservas energéticas, controle da homeostasia cardiovascular e equilíbrio dos fluídos corporais. Deve-se destacar a importância do processo de recuperação dos cavalos após realização de esforços físicos devido à diversidade de respostas fisiológicas que ocorrem no organismo (HYYPÄ, 2005).

Têm sido testadas muitas raças de cavalos no mundo esportivo com resultados satisfatórios, além de serem também utilizadas em provas de longa distância. Dentre tais raças, destacam-se Puro Sangue de Corrida, Quarto de Milha, Mustang, Appaloosa, Morgans e Andaluz, além de muares (DUREN, 2000). A mais competitiva nas provas de resistência e de longas distâncias é a raça Puro Sangue Árabe devido à composição de suas fibras musculares, as quais apresentam maior capacidade oxidativa. O menor acúmulo de lactato sangüíneo durante o exercício torna esta raça melhor adaptada às provas de longa duração e baixa intensidade, pois lhe confere maior resistência metabólica (CASTEJON et al., 1994; PRINCE et al., 2001; MARTINS, 2007).

O comprometimento metabólico depende do tipo de exercício desenvolvido pelo cavalo. Em eqüinos percorrendo distâncias inferiores a 1000

metros, 60% do fornecimento de energia origina-se de vias anaeróbicas, enquanto que 40% é proveniente da via aeróbica (BOFFI, 2006). ROSE (1986) relatou que à medida que aumentam as distâncias percorridas nas provas de enduro, aproximadamente 80% da energia utilizada é gerada pela via aeróbica e 20% pela via anaeróbica. Conclui-se que quanto maior for a distância percorrida, maior será o consumo de energia produzida pela via oxidativa. Os aportes energéticos durante o exercício advêm do metabolismo aeróbico, anaeróbico e dos substratos energéticos metabolizados (PACKER, 1997).

BOFFI et al. (2003) observaram, em eqüinos participando de provas de enduro de até 160 km de distância, que a energia utilizada foi gerada pela via aeróbica em aproximadamente 94% dos casos, a uma freqüência cardíaca máxima de 150 a 160 batimentos/minuto.

Durante exercícios de resistência, são utilizados como substratos energéticos o glicogênio, glicose e ácidos graxos livres, os quais aumentam após o início do exercício ativando a beta-oxidação (BERGERO et al., 2005).

Por ação da enzima lípase, os triglicerídeos são degradados em glicerol e ácidos graxos livres. O glicerol pode converter-se em piruvato ou glicose no fígado, ou transformar-se em gliceraldeido-3-fosfato, participando da glicólise e da gliconeogênese. Os ácidos graxos livres são carregados pela albumina plasmática para o tecido muscular, onde são degradados para obtenção de energia (DUREN, 2000). O triacilglicerol constitui reservatórios de alta energia, utilizados durante a beta-oxidação que ocorre nas mitocôndrias das fibras musculares oxidativas com baixa velocidade de contração (SNOW et al., 1983).

Modificações nas concentrações de proteínas plasmáticas, especialmente de albuminas, globulinas e fibrinogênio, podem ocorrer em conseqüência do exercício (BAYLY & KLINE, 2006). Da mesma maneira, é amplamente conhecido que o aporte energético pelas proteínas totais durante o exercício é relativamente baixo, oscilando entre 5-10%. Em condições normais, as proteínas são utilizadas durante atividade física na reparação de tecidos lesados durante o exercício, e na gliconeogênese durante a fase de recuperação (GORDON et al., 2006).

Em cavalos de corrida, é comum que a concentração plasmática de proteínas totais aumente até 15%. No entanto, em eqüinos de enduro, é possível um aumento máximo alcançando 25%, devido às perdas de líquidos corporais no suor, efeito reversível uma vez que o animal seja hidratado ou ingira água (BAYLY & KLINE, 2006), porém não antes de 24 a 48 horas após exercício (TEIXEIRA NETO, 2006).

Foi relatado por MARTINEZ et al. (2000), sobre eqüinos Puro Sangue Árabe, que durante provas de enduro, há aumento progressivo do Ht ao longo das etapas, juntamente com aumento das proteínas plasmáticas. Além disso, foi observada manifestação de fadiga, cansaço e desidratação nos cavalos durante a prova.

No estudo realizado por MITTEN et al. (1995) em eqüinos PSI, foi observado aumento significativo da concentração de proteínas plasmáticas totais após exercícios de alta e moderada intensidade, sendo obtidos valores médios de 6,30 g/dL e 7,80 (g/dL) antes e após exercícios, respectivamente, para os dois tipos de exercícios.

Após a realização de diferentes atividades competitivas em salto, concurso completo de equitação e enduro, as concentrações plasmáticas de cortisol dos animais exercitados foram similares, exceto nas provas de enduro, registrando-se, neste caso, elevação de 30% a mais em relação às outras modalidades eqüestres (LINDNER et al., 2002). Numerosos estudos têm relatado aumento na concentração de cortisol no sangue depois da execução de exercícios máximos ou submáximos (ROSE e HODGSON, 1994; CALONI et al., 1999). Entretanto, o tipo de treinamento, exercícios teste de avaliação e as diferentes provas eqüestres afetam as concentrações circulantes de cortisol, embora o aumento gradativo observado logo após o início do exercício geralmente dependa do condicionamento físico individual e da experiência competitiva do atleta (COENEN, 2005).

Resultados de outras pesquisas indicam que o condicionamento físico e o treinamento são responsáveis pela intensidade da resposta do eixo hipotálamo – hipófise – adrenal e conseqüentemente pela concentração plasmática de cortisol durante e após exercício. Por conseguinte, a concentração de cortisol no sangue tem sido de importância como indicador fisiológico de referência

para a avaliação do estado de condicionamento físico, apesar de existirem relatos controversos por outros autores (FERLAZZO et al., 2006).

A insulina é o hormônio anabólico mais potente que estimula a captação de aminoácidos para a síntese protéica e muscular. No entanto, a supressão da insulina durante o esforço agudo tem sido bem documentada em cavalos, assim como no homem e em outras espécies (SNOW et al., 1983; GEOR et al., 1993; FERRAZ, 2006). Funcionalmente, isto faz com que o animal apresente aumento na taxa de glicogenólise para manter as concentrações de glicose sanguínea durante o exercício (MALINOWSKI et al., 2002). Da mesma maneira, outras pesquisas relatam que depois de uma série de exercícios de diversas intensidades e durações, a insulinemia diminuiu drasticamente pela ação direta das catecolaminas inibindo as secreções pancreáticas (FERLAZZO et al., 2006).

Respostas Eletrolíticas

As mudanças transitórias da concentração intra e extracelular de íons em exercícios de alta intensidade são realizadas devido ao intercâmbio de íons entre o sangue e os tecidos (MARTINEZ et al., 2000). Os efeitos do exercício nos eletrólitos séricos (sódio, potássio, cloro e cálcio ionizado) dependem diretamente da intensidade e duração do exercício e da quantidade de perdas de fluídos pelo suor (RIBEIRO et al., 2004).

Fatores como o estado atlético do animal, dieta, idade e as variações individuais ocasionam alterações na concentração dos eletrólitos, com maior destaque em eqüinos que participam de provas de enduro. As elevadas perdas de fluídos em resposta ao exercício provocam déficit de eletrólitos após as provas, sendo primordial repor estas perdas por meio da administração de soluções hidroeletrólíticas, de modo a evitar a manifestação de quadros severos de desidratação (McCONAGHY, 1994).

Maiores perdas de fluídos e eletrólitos foram associadas aos exercícios de longa duração e baixa intensidade. Entretanto, é possível que se observem perdas de fluídos em menores proporções em eqüinos que praticam exercícios de curta duração e alta intensidade, especialmente em condições climáticas de temperatura e umidade elevadas (COENEN, 2005). Geralmente, o suor nos

eqüinos é considerado isotônico para alguns íons (Na^+) e hipertônico para outros, como o Cl^- e K^+ com relação ao plasma sanguíneo (FERNANDEZ & LARSSON, 2000). Por este motivo, no cavalo sob exercício, o suor é a principal via de perda de eletrólitos.

SNOW et al. (1982) observaram, durante uma prova de enduro de 80 km, que as concentrações séricas de sódio aumentaram de forma significativa nos últimos 16 km até a primeira meia hora de repouso, e o potássio diminuiu significativamente no período de descanso, quando comparado com os valores obtidos durante todo o percurso. OOTERBAAN et al. (1991), ao observarem os dados obtidos durante cinco anos de uma mesma prova de enduro, onde foi analisado um total de 91 eqüinos, considerando-se tanto vencedores das provas como desclassificados, relataram aumentos das concentrações séricas de sódio e diminuição do potássio durante a prova.

LACERDA NETO & MARQUES (1999), em exercício de longa duração em eqüinos machos e fêmeas, observaram que a concentração sérica de sódio manteve-se inalterada durante a prova, e o potássio sérico diminuiu significativamente ao final do período de repouso devido ao aumento da excreção renal e conseqüente retenção de sódio visando a aumentar a expansão do líquido extracelular.

Pesquisa realizada por MARTINEZ et al. (2000) demonstrou que durante prova de enduro com eqüinos da raça Puro Sangue Árabe, as concentrações séricas de sódio não se alteraram, o cloro diminuiu significativamente durante a fase intermediária da prova, as concentrações de potássio aumentaram progressivamente durante o percurso da corrida e o cálcio ionizado apresentou estabilidade até a fase intermediária com posterior decréscimo ao final da corrida.

O cálcio é considerado como o íon essencial para a realização da contração muscular. Ao ser liberado pelo retículo sarcoplásmico, liga-se à troponina, alterando a posição da tropomiosina e descobrindo os sítios ativos da actina, iniciando desta forma o processo de contração muscular (ANDREWS et al., 1995). Durante o treinamento, é aumentada a captação de cálcio por parte do retículo sarcoplásmico no músculo esquelético nos eqüinos. Por conseguinte, cavalos submetidos a esforços intensos ou em provas de

enduro apresentam baixas concentrações séricas de cálcio durante o exercício e um conseqüente aumento do hormônio paratiroídeano como resposta à diminuição de cálcio (McCONAGHY, 1994).

Finalmente, um estudo realizado por GUEISER et al. (1995) avaliou a concentração de cálcio ionizado em 40 eqüinos saudáveis de ambos os sexos participando de prova denominada de três dias. As amostras foram colhidas antes e no final da competição. Neste estudo, os valores do cálcio ionizado diminuíram durante a prova, sendo consistente em todos os eqüinos estudados.

REFERÊNCIAS¹

ANDREW, F.M.; GUEISER, D.R.; WHITE, S.L.; WILLIAMSON, L.H.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M. Hematological and biochemical changes in horse competing in a 3 star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 20, **Suppl**, p. 57-63, 1995.

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

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

BOFFI, F. **Fisiología del ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica, 2006. 302 p.

BOFFI, F.M; CITTAR, J.; MURIEL, M.; BALSUS, G. **Comparación entre velocidad, frecuencia cardíaca y consumo de oxígeno en equinos SPC**. In: CONFERENCIAS INTERNACIONALES DE CABALLOS DE DEPORTE, 2003, Curitiba (CICADE), Brasil.

BURGER, D.; DOLLINGER, S. Raisons d`elimination, etat de santé et carrière sportive des chevaux dans les raids d`endurance en Europe et dans les pays arabes:aproche statistique. **Practice Veterinary Equine**, v.30, p. 91-97, 1998.

CASTEJON, F. RUBIO, D.; TOVAR, P.; VINUESA, M.; RIBER, C. Comparative study of aerobic capacity and fitness in three different horse breeds (Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian). **Zentralbl Veterinärmed**, Hamburg, v. 41, p. 645-652. 1994.

CALONI, F.; SPOTTI, M.; VILLA, R. Hydrocortisone levels in the urine and blood of horses treated with ACTH. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 31, p. 273-276, 1999.

CHRISTLEY, R.M.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Blood gas changes during incremental and sprint exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 30, **Suppl**, p. 24-26,1999.

¹ ABNT - NRB-6023, Agosto de 2002

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

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

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

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

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

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

FERLAZZO, A.; MEDICA, P.; FAZIO, E. Hormonas y Ejercicio. In: BOFFI, F.M. **Fisiología del Ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica. 2006. cap, 11, p. 153-163.

FERNANDEZ, W.R.; LARSSON, M. H. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia, creatinina, em eqüinos submetidos a provas e enduro de 30 Km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 393-398, 2000.

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

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

GUEISER, D.R.; ANDREWS, F.M.; ROHRBACH, B; WHITE, S.L.; MAVKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; PROVENZA, M.K. Blood ionized calcium concentrations in

horse before and after cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**. Schaumburg, v. 56, n. 11, p. 1502-1505. 1995.

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

GERARD, M.P.; HODGSON, D.R.; LAMBETH, R.R.; RAY, S.P.; ROSE, R.J. Effects of somatotropin and training on indices of exercise capacity in Standardbreds. **Equine Veterinary Journal**., New Market, v. 34, Suppl, p.496-501, 2002.

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

GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; MCGOWAN, C. M.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. The effects of overtraining on blood volumes in Standardbred racehorses. **Veterinary Journal**, London, v. 165, n. 3, p. 228-233, 2003.

HYYPPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horse. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 92, p. 113-121, 2005.

INOUE, Y.; MATSUI, A.; ASAI, Y.; AOKI, F.; MATSUI, T.; YANO, H. Effect of exercise on iron metabolism in horses. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 107, n.1, p. 33-42, 2005.

JACOBSON, R. G.; SARTOR, I.F.; LISBOA, J.A.; CURI, P.R.; GONÇALVES, R.C. Valores hematológicos de eqüinos da raça Quarto de Milha. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 3, p. 25-33, 1991.

LACERDA NETO, J.C.; MARQUES. L.C. Utilização de parâmetros clínicos e bioquímicos na avaliação de eqüinos submetidos a exercício de baixa intensidade e média duração. **Veterinaria Noticias**. Uberlândia, v. 5, n. 1, p. 77-82, 1999.

LINDNER, A.; FAZIO, E.; FERLAZZO, A. Effect of age, time record V4 on plasma cortisol concentration in Standardbred racehorse during exercise. **Pferdeheilkunde**, Oexmann, v. 18, p. 51-56, 2002.

LINDNER, A.; RIVERO, J.L.; LIGHTOWLER, C.; ISLAS LETELIER, A. Evaluación de la capacidad competitiva y del efecto del entrenamiento en el

caballo de deporte. In: **Conferencia Internacional de Caballos de Deporte**, Curitiba, PR. Abstracts..., 2003, CD-Rom.

MALINOWSKI, C.L.; BETROS, L.; FLORA, C.; McKEEVER, K.H. Effect of training on age-related changes in plasma insulin and glucose. **Equine Veterinary Journal, New Market**, v. 34, **Suppl**, p. 147-152, 2002.

MARTINS, C, B. **Adaptações do músculo glúteo médio em equinos submetidos a treinamento de resistência e suplementados com diferentes concentrações de óleo de soja** 2007. 112f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

MARTÍNEZ, R.; SCAGLIONE, M.C.; LUNEBURG, C.; HERNÁNDEZ, E.; ARANEDA, O.; GONZÁLEZ, M.; ESTRADA, M.; WHITE, A. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances en Ciencias Veterinarias**, Santiago, v. 15, p. 19-30, 2000.

McKEEVER, K. H.; HINCHCLIFF, K.W.; REED, S.M. Role of decreased plasma volume in hematocrit alterations during incremental treadmill exercise in horse, **American Journal Physiology**, Champaign, v. 265, p. 404-407, 1993.

McKEEVER, K. H.; AGANS, J. M.; GEISER, S.; SCALI, R.; GUIRNALDA, P. D.; KEARNS, C. F.; LORIMER, P. J. Effect of recombinant erythropoietin administration on red cell volume, aerobic capacity and indices of performance in Standardbred horses In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 16., 1999. North Carolina, **Proceedings...** p. 163-167.

McCONAGHY, F. Thermoregulation. In: HODGSON, D.R; ROSE, R.J. **The Athletic horse: principles and practice of equine sport medicine**. Philadelphia: W.B Saunders, 1994. p. 181-202.

MITTEN, P.C.; HINCHCLIFF, K.W.; McKEEVER, K.H. Effect of exercise intensity on plasma prostaglandin concentration in horse. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 56, p. 122-126, 1995.

NIMMO, M. A.; SNOW, D. H. Time course of ultrastructural changes in skeletal muscle after two types of exercise. **Journal Applied Physiology**, Bethesda, v. 52, p. 910-915, 1982.

- OOSTERBAAN, M.M.S.O.; WENSING, T.; BARNEVELD, A.; Heart rate, blood biochemistry and performance of horse competing in a 100 km endurance ride. **Veterinary Record**, London, v. 128, n. 8, p. 175-179, 1991.
- OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Medicine Science Sports & Exercise**, Hagerstown, v. 36, n.5, p.821-829, 2004.
- PALUDO, G. R.; MCMANUS, C.; MELO, R. Q. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1130 -1142, 2002.
- PACKER, L. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. **Journal Sports Science**, London, v. 15, p. 353-363, 1997.
- PIERCY, R.J.; SWARDSON, C.J.; HINCHCLIFF, K.W. Erythroid hypoplasia and anemia following administration of recombinant erythropoietin to two horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 20, p. 244-247, 1998.
- PRINCE, A.; GEOR, R.; HARRIS, P.; HOEKSTRA, K.; GARDNER, S. Comparison of the metabolic responses of trained Arabian and Thoroughbred horses during high and low intensity exercise. 17th Symposium of the Equine Nutrition and Physiology society, 17., 2001. Lexington, Kentucky, **Proceedings...** p.267-272.
- PROCTOR, R.C.; JONES, M.M.; BRODY, S.; CHITTENDEN, D.W. Energy expended by a horse at rest and at work. **American Society of Animal Science**, London v. 1, p. 106-109, 1934.
- RIBEIRO, C.R.; MARTINS, E.A.; RIBAS, J.A.; GERMINARO, A. Avaliação de constituintes séricos em eqüinos e muares submetidos à prova de resistência de 76 km, no pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1081-1086, 2004.
- ROSE, R. J. Endurance exercise in the horse. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p.532-541, 1986.

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R.; HODGSON, D.R.; STEWART, J.H. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **Veterinary Record**, London, v. 113, p. 612-618, 1983.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Hematology and biochemistry. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. **The athletic horse**. Philadelphia: W.B Saunders, 1994. Cap 5, p. 63-78.

RUBIO, M.D.; MUÑOZ, R.; SANTISTEBAN, P.; TOVAR, F.M.; CASTEJON. Comparative hematological study of two breeds of foals (Andalusian and Arab) subjected to exercise of progressive intensity. **Journal Veterinary Medicine Science**, Hamburg, v. 57, p. 311-315, 1995.

SNOW, D.H. Fatigue and exhaustion in the horse. **Australian Equine Veterinarian**, Brunswick, v. 9, p. 108-111, 1991.

SNOW, D.H; KEER, M. G; NIMMO, M.A. Alterations in blood, sweat, urine and muscle composition during prolonged exercise in the horse. **Veterinary Research**, Dordrecht, v. 110, n.16, p.377-384, 1982.

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

THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos**. 4 ed São Paulo: Livraria Valera, 2005. p. 81-94.

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

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

YASHIKI, K.; KUSUNOME, R.; TAKAGI, S. Diurnal variations of blood constituents in young Thoroughbred horse. **Journal of Equine Veterinary Science**. v. 6, p. 91-97, 1995.

WAGNER, P.; ERICKSON, B. K.; KUBO, K.; HIRAGA, A.; KAI, M.; YAMAYA, Y.; RICHARDSON, R. SEAMAN, J. Maximum oxygen transport and utilization before and after splenectomy. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 18, Suppl., p. 82-89, 1995.

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

CAPÍTULO 2. RESPOSTAS HEMATOLÓGICAS E PERFIL BIOQUÍMICO DE EQÜINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DURANTE EXERCÍCIOS TESTE REALIZADOS EM ESTEIRA ROLANTE ANTES E APÓS 45 E 90 DIAS DE TREINAMENTO A CAMPO.

RESUMO

Foram estudados os efeitos do exercício sobre variáveis fisiológicas de eqüinos da raça Puro Sangue Árabe (PSA). Utilizaram-se 12 eqüinos, os quais foram treinados durante um período de 90 dias a campo e submetidos a três exercícios testes (ET) de intensidades crescentes em esteira rolante antes, após 45 e 90 dias de treinamento. As amostras de sangue para a determinação das variáveis hematológicas e perfil bioquímico foram colhidas nos seguintes momentos: basal (M_0); M_1 : antes de terminar a fase de aquecimento (3,5 m/s); M_2 : antes do final da velocidade de 6,0 m/s com elevação a 6% de inclinação; M_3 : antes da velocidade final em cada ET (ET_0 : 7,5 m/s; ET_{45} : 8,0 m/s; ET_{90} : 8,5 m/s); M_4 : antes de terminar a fase de desaquecimento (1,7 m/s); M_5 : uma hora após e M_6 : seis horas após o término do exercício. Foram coletados 20 mL de sangue venoso e feitas as determinações de Ht, He, Hb, VCM, CHCM, leucócitos totais, neutrófilos, linfócitos, PT, glicose, triacilglicerol, colesterol total, insulina, cortisol, Na^+ , K^+ e Ca^{2+} . Os resultados obtidos mostraram que houve aumento significativo ($P \leq 0,05$) entre os valores médios de Ht, He, Hb, leucócitos, neutrófilos, linfócitos e PT durante os ETs. Igualmente, houve aumento significativo ($P \leq 0,05$) para glicose, triacilglicerol e cortisol. A insulinemia diminuiu significativamente ($P \leq 0,05$) nos ET com relação ao M_0 . Observou-se aumento durante os ET para o K^+ e diminuição das médias para o Ca^{2+} . Pode-se concluir que o treinamento diminuiu os valores basais de He, Ht, Leu, Neu, Linf, triacilglicerol e aumentou a concentração de Hb. A insulinemia aumentou por efeito do treinamento, assim como houve mudanças nas concentrações séricas de K^+ e Ca^{2+} . Portanto, os resultados obtidos neste estudo indicam que o treinamento provocou mudanças relevantes tanto hematológicas como bioquímicas.

Palavras-Chave: Hematologia, treinamento, eqüinos, puro sangue árabe

1. INTRODUÇÃO

A habilidade de adaptação dos eqüinos ao exercício permitiu a estes alcançarem um status de elevada competência na realização das diferentes disciplinas eqüestres (DUREN, 2000). Junto ao monitoramento da condição física, psicológica e da função metabólica, os cavalos são submetidos a programas de treinamento com a finalidade de aprimorar o seu desempenho atlético com menos estresse, diminuindo os riscos de lesões, evitando a fadiga e diminuindo o tempo de recuperação (GORDON et al., 2006).

A evolução da medicina esportiva em eqüinos no mundo, juntamente com o desenvolvimento tecnológico, tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas com a instalação de laboratórios especializados nesta área. Em condições de laboratório, é possível estabelecer e desenvolver complexas interações entre os sistemas musculoesquelético, neuroendócrino, respiratório e cardiovascular, possibilitando a obtenção do máximo desempenho atlético (FERRAZ, 2006).

Uma das melhores formas de avaliar a capacidade competitiva dos eqüinos é por meio da realização de ET antes e durante o período de treinamento. É um fato que possibilita a obtenção de informações que orientam o médico veterinário sobre o estado físico e o funcionamento metabólico, assim como estimam a evolução do condicionamento esportivo. (CHRISTLEY et al, 1999).

Amostras de sangue são freqüentemente obtidas durante testes para avaliação do desempenho atlético (SNOW, 1991). Por meio da instauração de protocolos de treinamento em esteira rolante ou a campo, e com um adequado acompanhamento profissional, pode-se realizar a avaliação da contagem total de eritrócitos, valor do hematócrito, concentração de hemoglobina e índices hematimétricos (VCM-CHCM) e contagem total de leucócitos, além da determinação do perfil bioquímico de cada animal. Desta forma, adquire-se informações sobre a adaptação dos cavalos ao exercício e determina-se sua higidez durante o treinamento (McKEEVER et al., 1999).

Os eritrócitos são células sangüíneas essenciais para o transporte de oxigênio aos tecidos através do sistema vascular. Considerando sua morfologia bicôncava e a elevada flexibilidade, eles permitem maximizar a área de

superfície facilitando o intercâmbio de gases e a passagem pelos capilares mais estreitos, proporcionando maior eficiência e rapidez no metabolismo celular (WAGNER et al., 1995; McKEEVER et al., 1999). Uma vez que estes têm participado das diferentes atividades metabólicas celulares, eles são acumulados e eliminados no baço após uma vida média de 140-150 dias (FELDMAN et al., 2000).

Existe relação direta entre o valor da contagem global de hemácias, hematócrito e concentração de Hb conjuntamente com a intensidade do esforço físico e a distância percorrida durante as provas. Decorre um período de até 30 e/ou 60 segundos para que a liberação de catecolaminas circulantes promova contração esplênica e, conseqüentemente, a liberação de hemácias para a circulação, proporcionando melhor perfusão tecidual, principalmente para o sistema nervoso central (SNC) e musculatura esquelética (INOUE, 2005). Adicionalmente, têm sido descritas correlaciones entre exercícios de alta intensidade e pequenos incrementos nos valores do volume corpuscular médio (VCM) e diminuição nos valores da concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (WILLIAMS et al., 2001).

Algumas alterações transitórias apresentam-se durante o exercício em resposta à maior atividade simpática, devido ao acúmulo de leucócitos no baço junto aos eritrócitos. Diante deste fato, pode-se observar aumento de até 30%, depois da realização de exercício máximo, no número total de leucócitos conjuntamente com neutrofilia. O número de leucócitos e a relação neutrófilos/linfócitos podem permanecer elevados por várias horas depois de finalizado o exercício (McKEEVER et al., 1993).

O conhecimento dos valores fisiológicos das diferentes variáveis bioquímicas presentes no soro sangüíneo, as quais são utilizadas para a avaliação das funções de órgãos como músculo, fígado e rins, permitindo avaliar as adaptações ao treinamento. A resposta do organismo ao exercício físico leva a aumento do aporte sangüíneo para os tecidos, eficiente aproveitamento das reservas energéticas corporais e ativação do sistema de termorregulação (COENEN, 2005).

O exercício produz estresse muito forte nos cavalos e desencadeia várias respostas de defesa para manter o funcionamento corpóreo normal e o correto

equilíbrio metabólico. A liberação de catecolaminas e cortisol é uma das respostas mais freqüentes durante o exercício físico. Por meio da ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, permite que o cavalo reaja com maior controle ao grau de estresse (HYYPÄ, 2005).

Os aportes energéticos durante o exercício advêm do metabolismo aeróbico, anaeróbico e dos substratos energéticos metabolizados (PACKER, 1997). O comprometimento metabólico depende do tipo de exercício desempenhado pelo cavalo. Segundo HYYPÄ (2005), durante exercícios de resistência são utilizados como substratos energéticos o glicogênio, glicose e ácidos graxos livres, os quais aumentam após o início do exercício ativando a beta-oxidação.

O sódio é o principal cátion no fluido extracelular e o potássio é o principal cátion intracelular (PICCIONE et al., 2003). Nas provas de resistência, os cavalos chegam a perder entre 4 e 6% do peso corporal. Estima-se que 90% dessa perda possa ser atribuída à água eliminada através da sudorese e respiração, pois cerca de 10 a 15 litros de suor são perdidos por hora no exercício de longa duração (CARLSON et al., 1992)

Maiores perdas de fluidos e eletrólitos foram associados aos exercícios de longa duração e baixa intensidade. Entretanto, é possível que se observem perdas de fluídos em menores proporções em eqüinos que praticam exercícios de curta duração e alta intensidade, especialmente em condições climáticas de temperatura e umidade elevadas (COENEN, 2005).

Desta maneira, o propósito deste estudo foi avaliar as alterações nas variáveis hematológicas e bioquímicas em exercícios teste, com velocidades progressivas, realizados em esteira rolante antes do início do treinamento e após 45 e 90 dias de treinamento a campo, com velocidade de treinamento a 60% do V_4 .

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Animais

Foram utilizados 12 eqüinos da raça Puro Sangue Árabe (PSA), três machos e nove fêmeas adultos, com peso corpóreo médio \pm erro padrão da média (EPM.) de $390 \pm 25,4$ kg e idade média de $7,6 \pm 2,3$ anos, alojados no Setor de Eqüinocultura e pertencentes ao rebanho experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, *Campus* de Jaboticabal. Os animais foram mantidos em piquetes de Tifton (*Cynodon sp*) e receberam concentrado comercial (*Omolene*[®] *Atleta*). O programa sanitário realizado no período experimental incluiu controle de ectoparasitas, endoparasitas e vacinação, sendo utilizados eqüinos sadios e em boas condições nutricionais.

2.2. Protocolo do Exercício Teste (ET)

Após um período de quatro meses de pastoreio sem realizar nenhum tipo de treinamento específico, os cavalos foram submetidos a Exercícios Testes (ET) a fim de determinar a intensidade de treinamento e avaliar o condicionamento dos animais. Os animais realizaram três exercícios teste em esteira rolante²: antes do treinamento (ET₀); após 45 e 90 dias de treinamento (ET₄₅ e ET₉₀, respectivamente).

O protocolo de cada ET, consistiu em aquecimento físico de cinco minutos a 1,7 m/s, seguido de cinco minutos a 3,5 m/s, ambos sem inclinação. Após período de aquecimento a esteira foi elevada a 6% de inclinação, com velocidade inicial de 3,5 m/s e, a cada 3 minutos, a velocidade foi acrescida em 0,5 m/s. A esteira foi desligada no momento que os animais demonstraram sinais de fadiga, sudorese intensa, abaixamento da cabeça e cansaço, não conseguindo mais acompanhar o ritmo da esteira. Atingindo velocidade média final para o ET₀= 7,5 m/s; ET₄₅= 8,0 m/s; ET₉₀= 8,5 m/s. Após este período, os animais foram submetidos a desaquecimento ativo durante 15 minutos sem inclinação a 1,7 m/s e, posteriormente, foram retirados para resfriamento e

² Esteira Galloper®, Sahinco LTDA, Palmital, SP, Brasil.

descanso. Os eqüinos realizaram um tempo total de 52 minutos de exercício físico na esteira no ET₀; 55 minutos no ET₄₅ e 58 minutos no ET₉₀.

2.3. Momentos de Colheita de Sangue na Esteira Rolante

As amostras de sangue para a determinação das variáveis hematológicas e bioquímicas foram colhidas nos seguintes momentos: M₀: antes do início do ET, considerado o basal; M₁: 30 segundos antes de terminar a fase de aquecimento (3,5 m/s sem inclinação); M₂: 30 segundos antes do final da velocidade de 6,0 m/s com elevação a 6% de inclinação; M₃: 30 segundos antes da velocidade final em cada ET (ET₀ - 7,5 m/s; ET₄₅ - 8,0 m/s e ET₉₀ - 8,5 m/s); M₄: 30 segundos antes do término da fase de desaquecimento (1,7m/s sem inclinação); M₅: uma hora após e M₆: seis horas após término do exercício, sendo considerados M₅ e M₆ como período de recuperação dos eqüinos após o término do ET.

2.4. Amostras de Sangue

Previamente à realização do exercício teste, os animais foram tricotomizados na altura do terço médio do pescoço no sulco jugular e assepticamente preparados para venocateterização. Acoplou-se ao cateter intravenoso³, um tubo extensor⁴ de 60 cm para facilitar as colheitas com o animal em movimento. Após cada colheita, todo o conjunto foi lavado com solução de heparina a 2,5%. Pelo procedimento, desprezavam-se 2,0 mL de sangue, advindos do início de cada venopunção. Posteriormente, a cada momento (M₀; M₁; M₂; M₃; M₄; M₅; M₆) foram coletados 20 mL de sangue total e acondicionados em tubos de ensaio com pressão negativa⁵ distribuídos assim: 5 mL contendo anticoagulante⁶ (ácido etilenodiaminotetracético – EDTA) para determinação hematológica e concentração plasmática de proteína total; 5 mL

³ Cateter Insyte™ 14GAX1.75IN 2,1 x 45 mm –330mL/min., Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda, SP, Brasil.

⁴ Tubo extensor 10 Fr5 x 60 cm, Becton Dickinson Indústrias Cirúrgicas Ltda, SP, Brasil.

⁵ Tubos 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP.

⁶ Tubos EDTA, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

em tubos com fluoreto de sódio⁷ + ácido etilenodiaminotetracético – EDTA para determinação de glicose; 5 mL em tubos com heparina sódica⁸ para determinação de insulina e cortisol e 5 mL em tubos sem anticoagulante⁹ para determinar triacilglicerol, colesterol e eletrólitos sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e cálcio ionizado (Ca²⁺). As amostras foram colocadas imediatamente sobre refrigeração a 4°C até a realização das análises laboratoriais.

2.5. Treinamento

O treinamento foi realizado totalmente em trilha, com os equinos montados, preferencialmente no fim da tarde. Os animais realizaram três sessões semanais de exercício, com duração de 45 minutos à velocidade média de 60% do V₄ obtida após realização do ET. Antes de cada sessão, os animais foram submetidos a um período de aquecimento de 10 minutos ao passo, com igual tempo de desaquecimento após o exercício ao passo. Uma vez determinadas as velocidades médias do treinamento (nos primeiros 45 dias foi de 13,4km/h e nos seguintes 45 dias, 15,4km/h), foram demarcados percursos com a distância a ser percorrida em 45 minutos, monitorando-se então o tempo durante o exercício.

2.6. Análises Laboratoriais

As amostras de sangue foram analisadas no Laboratório de apoio à pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV/UNESP, *Campus* de Jaboticabal, onde foram determinadas as concentrações de lactato sangüíneo e realizadas as contagens globais de hemácias, concentração de hemoglobina, determinação do hematócrito, realização dos cálculos dos índices hematimétricos de volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM), contagens globais de leucócitos e contagem diferencial e concentrações plasmáticas de proteína total. Igualmente

⁷ Tubos, fluoreto de sódio+ EDTA, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

⁸ Tubos, heparina sódica, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

⁹ Tubos, sem anticoagulante, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

foram determinadas as concentrações plasmáticas de glicose, triacilglicerol, colesterol total, insulina, cortisol e eletrólitos (Na^+ , K^+ e Ca^{2+}).

2.6.1. Lactato sangüíneo

Foram obtidos 200 μL de sangue para a determinação da concentração de lactato sangüíneo nos momentos (M_0 ; M_1 ; M_2 ; M_3 ; M_4 e M_5). As amostras destinadas à determinação das concentrações de lactato foram determinadas pelo método da lactato oxidase com um analisador automático¹⁰

2.6.2. Hemograma e Proteína Plasmática Total

As contagens globais de hemácias e leucócitos totais foram feitas empregando-se um diluidor¹¹ e contador¹² automáticos. O hematócrito foi realizado pelo método do microhematócrito (GOLDENFARB et al., 1971) e a concentração de hemoglobina foi determinada pela metodologia colorimétrica¹³ do cianeto de hemoglobina (HiCN)¹⁴. Os valores do VCM e CHCM foram calculados de acordo com as indicações de FELDMAN et al. (2000). Realizaram-se esfregaços de sangue em lâmina, os quais foram corados pelo método de Rosenfeld; posteriormente, foi feita a contagem diferencial das células leucocitárias (neutrófilos segmentados, linfócitos, eosinófilos, monócitos e basófilos). A concentração plasmática de proteína total foi determinada por refratometria¹⁵.

2.6.3. Perfil Bioquímico

2.6.3.1. Glicose

O volume de 5 mL de sangue foi imediatamente submetido à centrifugação (2000g/10min), para a obtenção de 2 mL do plasma, e

¹⁰ Lactímetro YSL 1500 Sport Yellow Springs. Ohio. USA.

¹¹ CELM - Cia. Equipadora de Laboratórios Modernos - Alameda Amazonas, 764 - Alphaville - Barueri - SP. Brasil.

¹² D.C. 510, CELM® - Equipadora de Laboratórios Modernos - Alameda Amazonas, 764 - Alphaville - Barueri - SP. Brasil.

¹³ Analisador bioquímico semi-automático Labquest (Bio 2000), Barueri, SP. Brasil.

¹⁴ Kit Labtest®, Lagoa Santa, MG, Brasil.

¹⁵ Refratômetro Atago T2-NE Clinical.

processados em modo cinético¹⁶ pelo método de TRINDER (1969) no analisador semi-automático¹⁷.

2.6.3.2. Insulina e Cortisol

O volume de 5 mL foi imediatamente centrifugado, sob refrigeração¹⁸ (9000g/10min), obtendo-se 1 mL do plasma para posterior congelamento a -20 °C. Para dosagem do cortisol e da insulina plasmáticos, empregou-se kit comercial radioimunoensaio em fase sólida¹⁹.

2.6.3.3. Triacilglicerol e Colesterol Total

O volume de 5 mL foi imediatamente submetido à centrifugação (2000g/10 min) obtendo-se 2 mL do soro; depois, foram feitas as análises pelo método de TRINDER (1969) com reação enzimática de ponto final²⁰.

2.6.3.4. Eletrólitos

Obteve-se 1 mL do soro após centrifugação (2000g/10min), para determinação das concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio ionizado, as quais foram realizadas pelo método de íons seletivo²¹.

2.7. Análise Estatística

Para tabulação dos dados utilizou-se o programa EXCEL[®] do Windows e as curvas obtidas para cada figura foram processados pelo programa Sigma Plot[®] (versão 2000). Os valores obtidos estão apresentados como média \pm erro padrão da média, os quais foram submetidos à análise estatística pelo programa computacional SAS (*Statistical Analysis System*). Foi realizada análise de variância (ANOVA) num delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. As comparações das médias obtidas para as diferentes variáveis hematológicas foram realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

¹⁶ Glistab[®] (Labtest Cat 29), [®], Lagoa Santa, MG, Brasil.

¹⁷ Analisador bioquímico semi-automático Labquest (Bio 2000), Barueri, SP, Brasil.

¹⁸ ALC - Multispeed refrigerated centrifug PK121R, New Jersey, EUA.

¹⁹ DPC (Coat-a-count) -Diagnostic Products Corp., Los Angelis, Califórnia, EUA.

²⁰ Kit Labtest [®], Lagoa Santa, MG, Brasil, Analisador bioquímico semi-automático Labquest (Bio 2000), Barueri, SP, Brasil.

²¹ Seletor de íons Iselab-Drake. Iselab, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

3. RESULTADOS

3.1. Intensidade do Treinamento (60% V_4)

Os cálculos para determinação das velocidades nas quais a concentração de lactato corresponderam a 4 mmol/L (v_4) foram efetuadas por análise de regressão a partir dos valores obtidos na curva velocidade-lactato durante a realização dos ETs.

A Figura 2.1 mostra os valores médios obtidos para a velocidade de treinamento (60% do V_4) ao igual que Tabela 2.1 no apêndice, que foi o ponto de referência entre cada ET para o respectivo aumento da velocidade durante as fases do treinamento a campo. Observou-se aumento progressivo durante a realização dos ET com diferença estatística ($P \leq 0,05$) entre os mesmos.

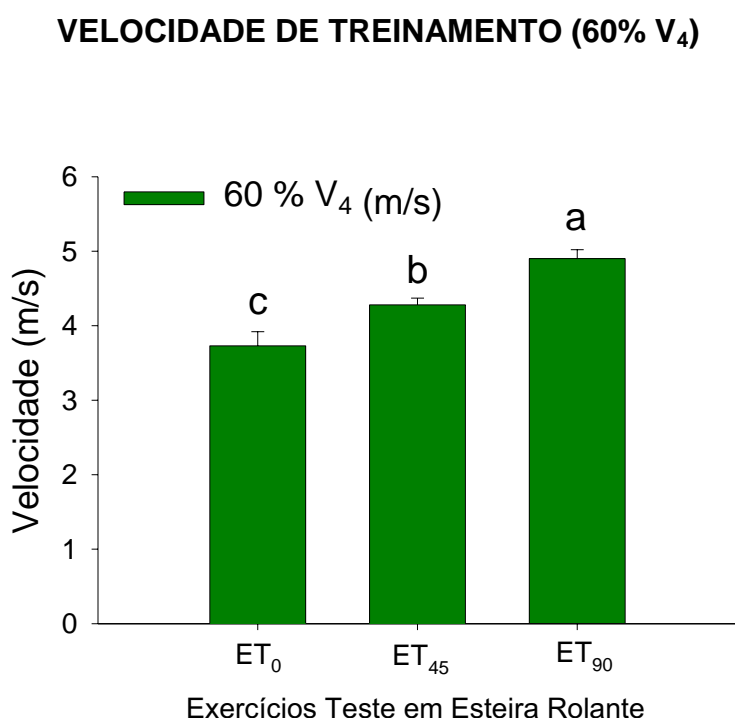


Figura 2.1. Média \pm E.P.M da velocidade de treinamento (60% V_4) durante os três ET realizados em esteira Rolante. ET₀ basal; ET₄₅ dias de treinamento; ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$).

3.2. Avaliação Hematimétrica

Os valores obtidos para hemácias, hematócrito, hemoglobina, volume corpuscular médio, concentração de hemoglobina corpuscular média, concentração de proteínas totais nos diferentes momentos estão apresentados Tabela 2.2 (Apêndice) e nas Figuras 2.2; 2.3; 2.4 e 2.5.

Os valores médios indicam que houve diferença ($P \leq 0,05$) durante os diferentes exercícios teste realizados para hemácias, hematócrito e hemoglobina, havendo um comportamento semelhante durante a intensidade do esforço físico que revela aumento gradativo com relação à intensidade do esforço físico, sendo M_3 o valor mais significativo em relação ao basal, que corresponde ao momento de maior esforço durante o exercício. Imediatamente no M_4 , os valores médios apresentaram marcante diminuição e após seis horas de recuperação, estes valores regressaram praticamente aos valores iniciais.

Nas Figuras 2.2; 2.3; e 2.4 correspondentes à contagem de hemácias, valor do hematócrito e concentração de hemoglobina, respectivamente, observa-se de forma mais clara a diferença estatística e o comportamento de cada variável durante os ETs, revelando tendência para o aumento das variáveis durante o exercício, e conseqüente diminuição na fase do desaquecimento e período de repouso. Não foram observadas diferenças estatísticas ao comparar-se cada variável durante os três exercícios teste e nos mesmos momentos do esforço físico (Figuras 2.2D; 2.3D; e 2.4D).

Os valores obtidos do volume corpuscular médio e da concentração de hemoglobina corpuscular média não apresentaram diferença estatística significativa durante nenhum exercício teste assim como entre o ET_0 , ET_{45} e ET_{90} dias, como é observado no apêndice na Tabela 2.2.

3.3. Avaliação da Concentração Plasmática de Proteína Total

Como pode ser observado na Figura 2.5A, B, C e na Tabela 2.2 do apêndice, os valores médios da concentração plasmática de proteína total (PT) apresentaram aumento durante os momentos do esforço físico nos três ETs realizados. Posteriormente, diminuíram durante o desaquecimento e no período de recuperação, mostrando diferença significativa ($P \leq 0,05$) apenas no ET_0 e ET_{90} . Somente observou-se diferença estatística entre os exercícios teste para

PT nos momentos M_0 e M_4 , destacando-se valores médios maiores no ET_{45} em relação aos outros dois ETs, como é observado na Figura 2.5D.

3.4. Avaliação Leucométrica

Os valores obtidos para leucócitos totais, neutrófilos segmentados e linfócitos, nos exercícios teste realizados antes, 45 e 90 dias após o início do treinamento estão apresentados no apêndice na Tabela 2.3 e ilustrados nas Figuras 2.6; 2.7 e 2.8.

É importante destacar que a contagem diferencial de eosinófilos, basófilos e monócitos foi realizada em laboratório, mas devido à mínima relevância em equinos e nenhuma diferença estatística significativa encontrada, não foram apresentados.

Foi observada significância ($P \leq 0,05$) entre as médias de leucócitos totais, os quais tiveram comportamento similar nos três exercícios teste, notando-se aumento gradativo na circulação durante o esforço físico, diminuindo 15 minutos após fase de desaquecimento na esteira. Posteriormente durante o período de recuperação, obteve-se uma tendência ao aumento, como é observado na Figura 2.6A, B e C. Por outro lado, notou-se diferença significativa entre os ET apresentando valores maiores durante o ET_0 , valores médios durante o ET_{45} e valores inferiores durante o ET_{90} como destaca a Figura 2.6D.

Observou-se evidência significativa para os valores de neutrófilos segmentados durante cada ET, como ilustra a Figura 2.7A, B e C, apresentando aumento das médias durante a intensidade do esforço físico. No período de recuperação houve aumento significativo que permitiu a obtenção de valores maiores em relação àqueles obtidos durante os ETs.

Adicionalmente, a Figura 2.7D expressa diferença estatística para neutrófilos entre os exercícios teste nos momentos M_1 , M_2 e uma hora após termino do exercício, assim como diminuição dos valores basais para neutrófilos ao longo do treinamento.

Os linfócitos apresentaram significância ($P \leq 0,05$) nos respectivos exercícios teste, como é evidenciado na Figura 2.8A, B e C, predominando o aumento durante a execução do exercício físico. Durante a fase de

desaquecimento e na recuperação, houve tendência à diminuição, sendo atingidos valores médios menores que ao início dos ETs. A Figura 2.8D revela que houve diferença significativa para linfócitos entre os ETs em todos os momentos de colheita e período de recuperação, sendo apresentados apenas para o ET₀ valores maiores em relação ao ET₄₅ e ET₉₀ dias.

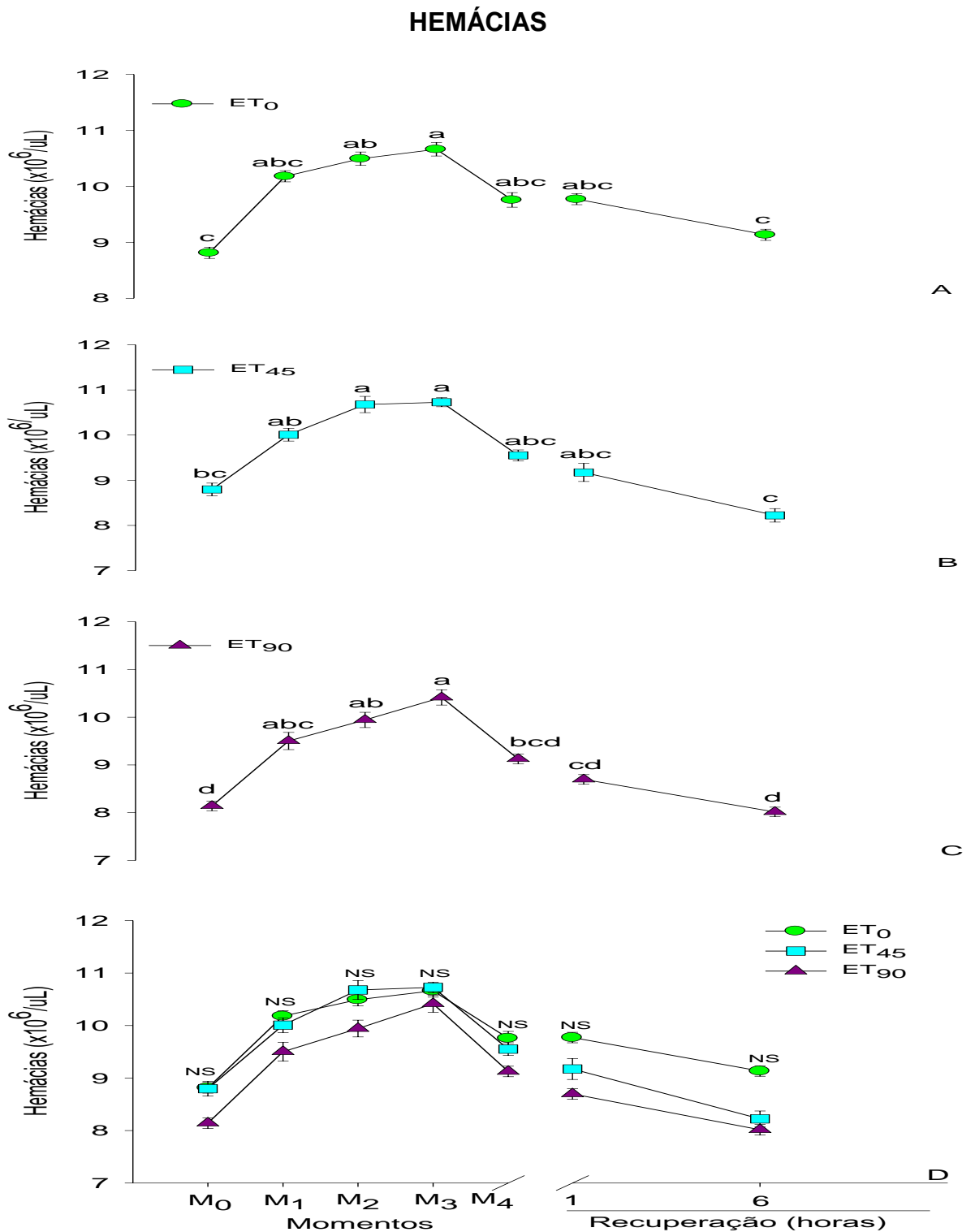


Figura 2.2. Representação gráfica da contagem eritrocitária ($\times 10^6/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

HEMATÓCRITO

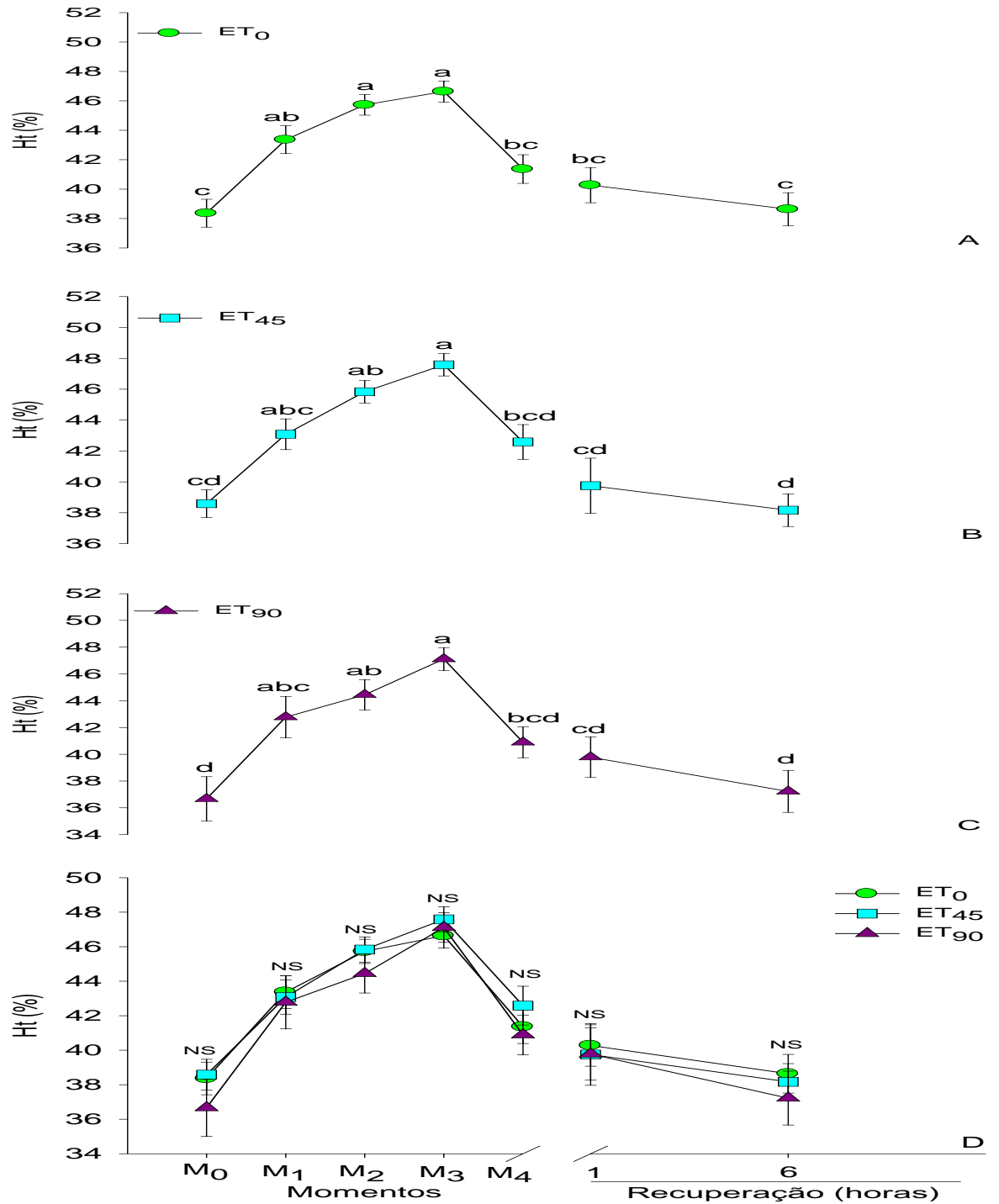


Figura 2.3. Representação gráfica do hematócrito (%) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P<0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

HEMOGLOBINA

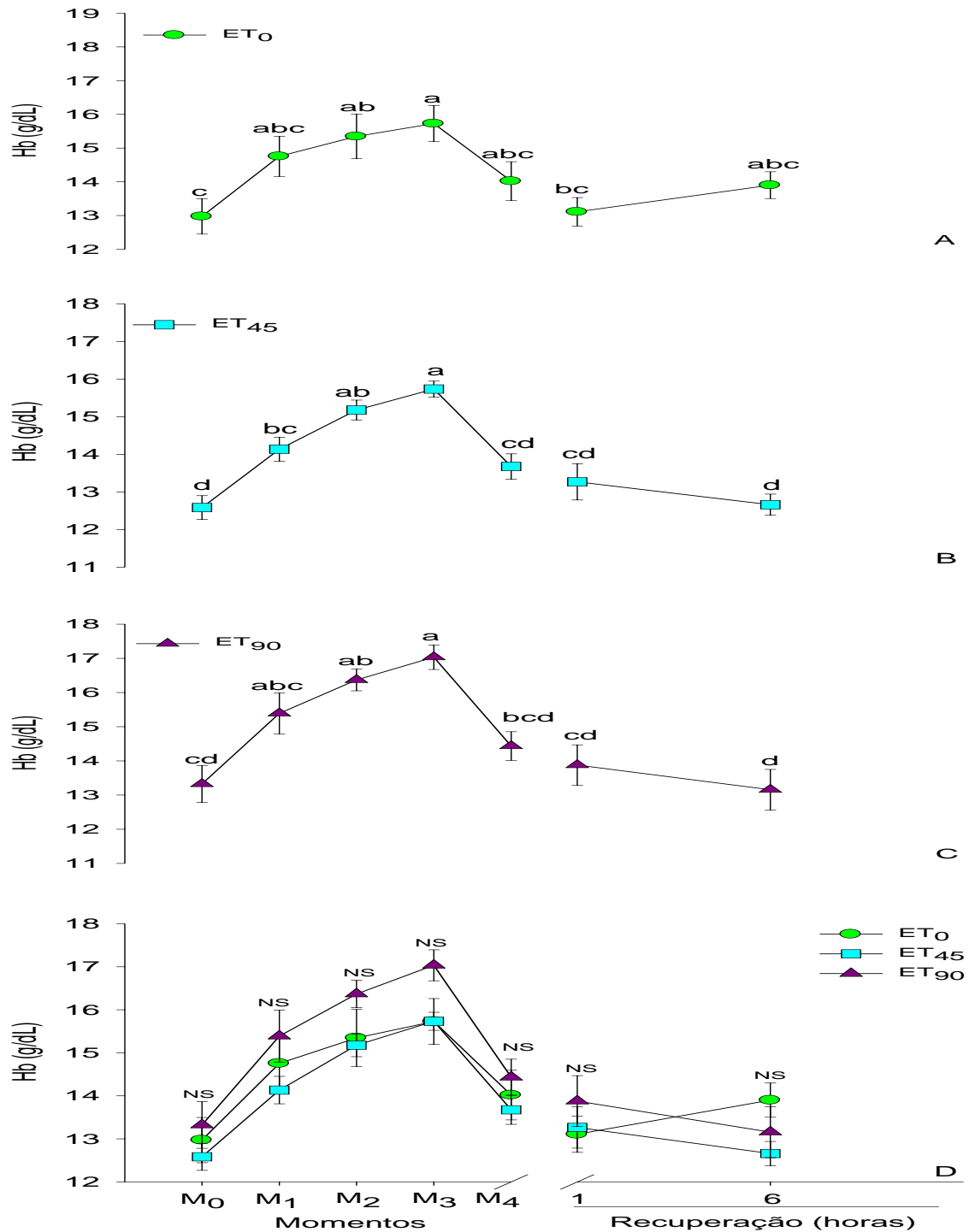


Figura 2.4. Representação gráfica da hemoglobina (g/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

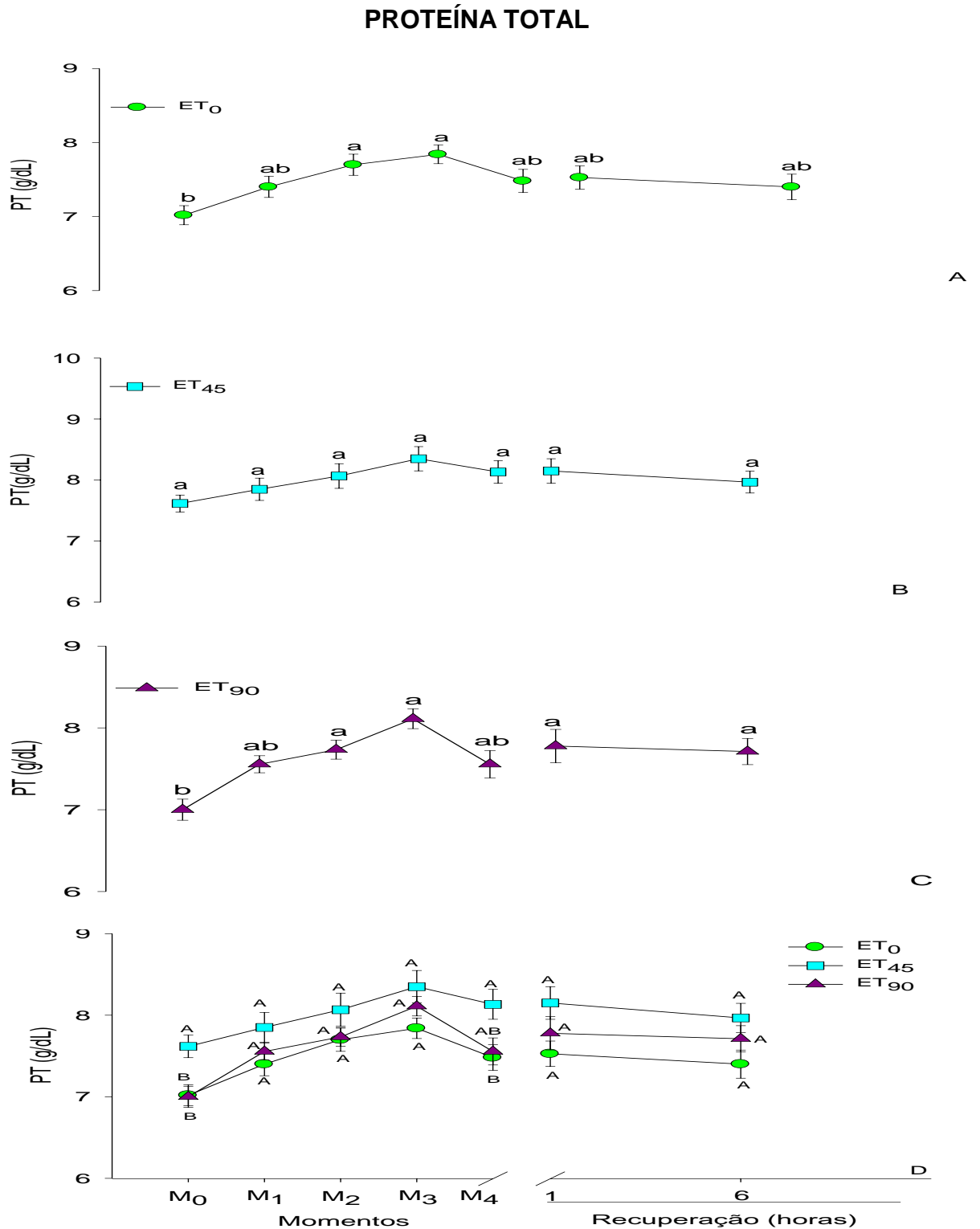


Figura 2.5. Representação gráfica da concentração plasmática de proteína total (g/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P≤0,05).

LEUCÓCITOS TOTAIS

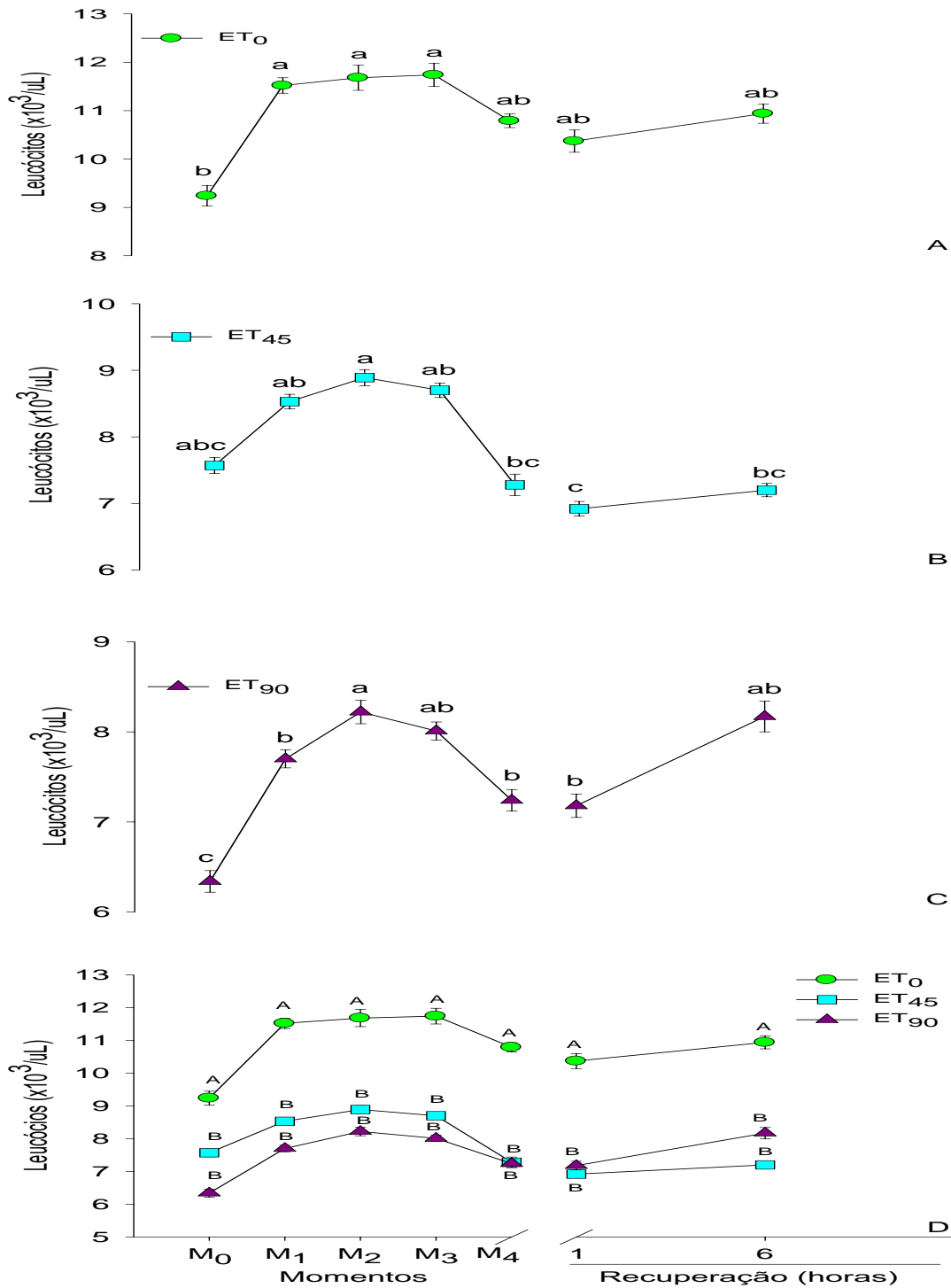


Figura 2.6. Representação gráfica da contagem de leucócitos totais ($\times 10^3/\text{uL}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).

NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS

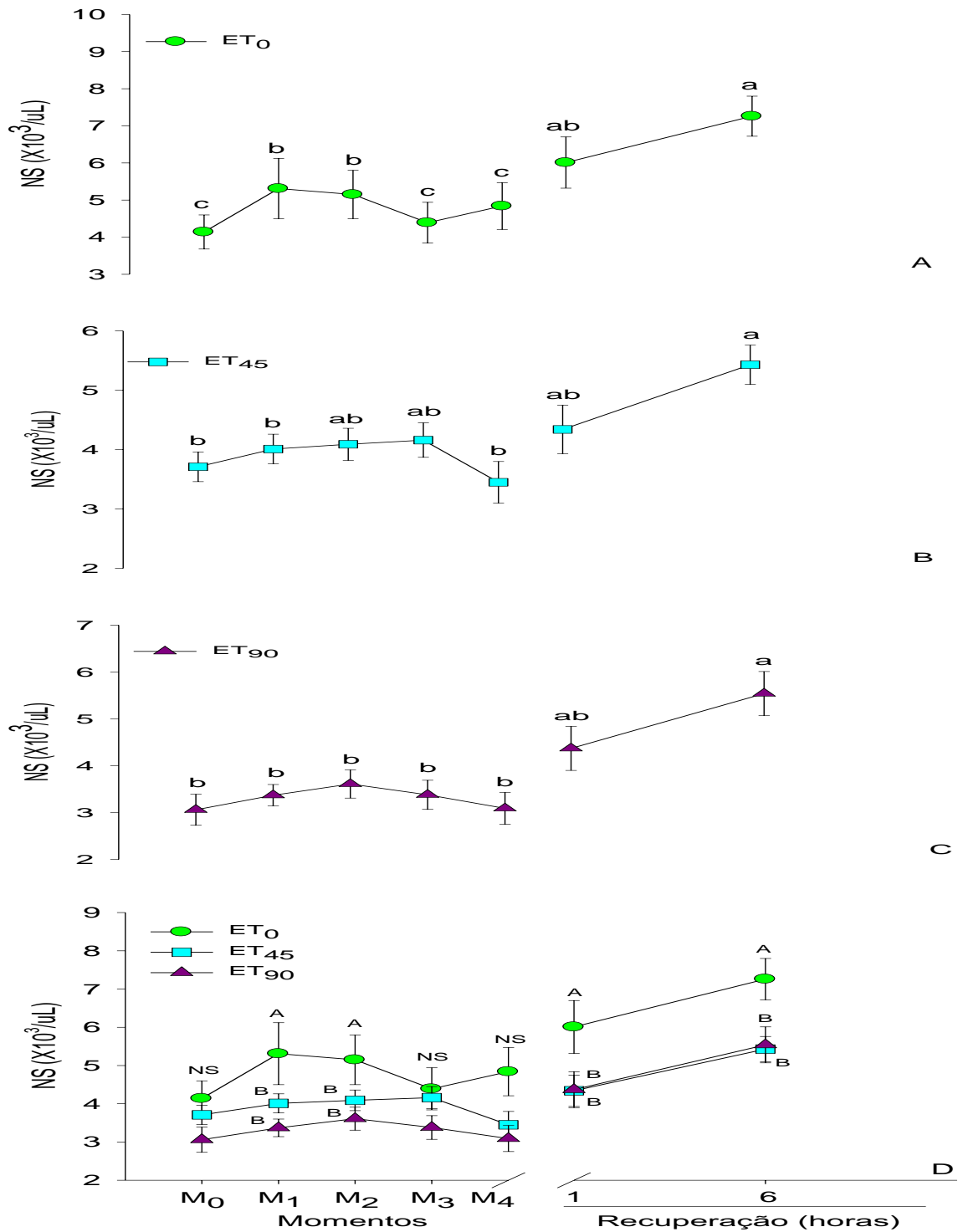


Figura 2.7. Representação gráfica da contagem de neutrófilos segmentados ($\times 10^3/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

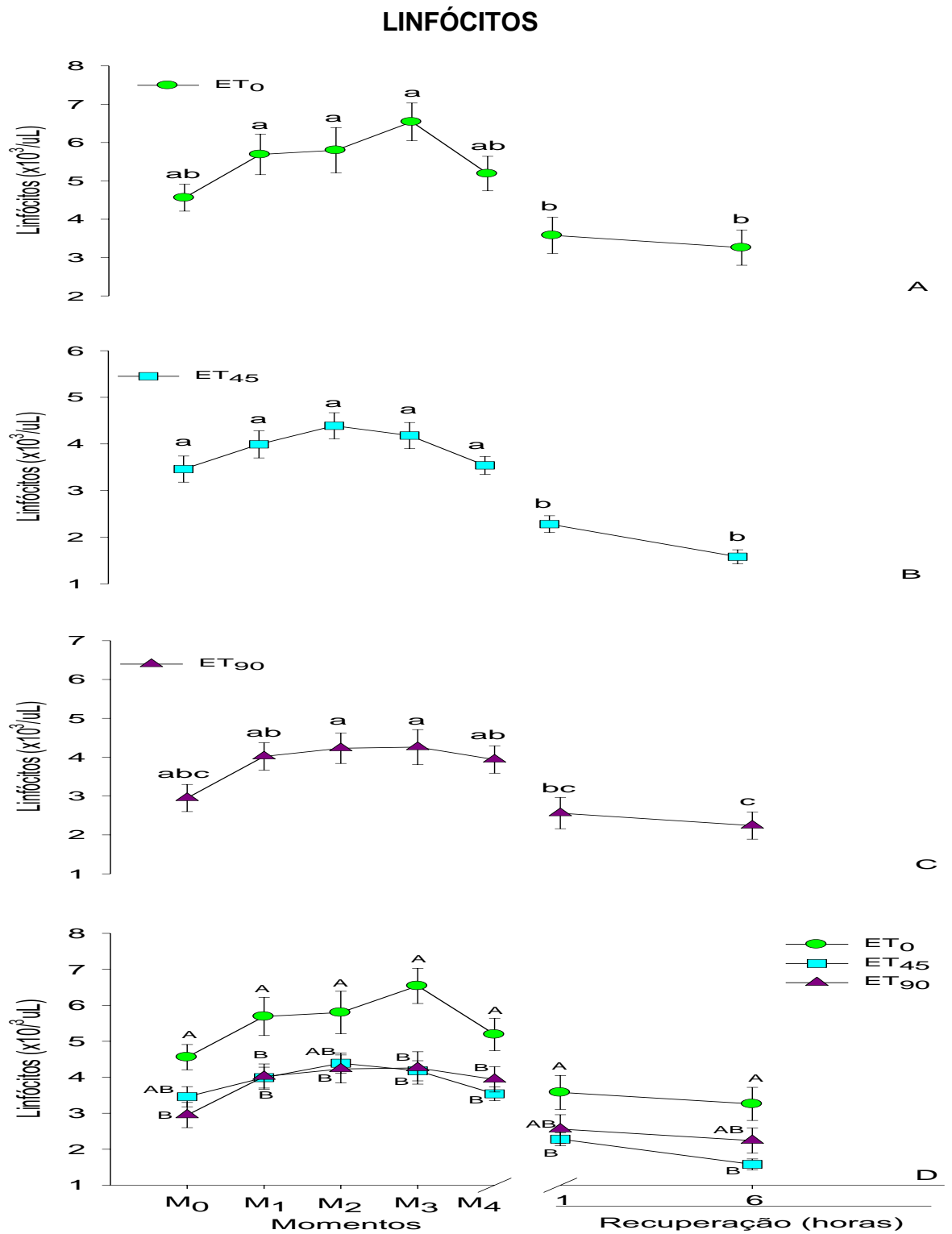


Figura 2.8. Representação gráfica da contagem de linfócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET_0 basal; (B), ET_{45} dias de treinamento; (C) ET_{90} dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET ($P \leq 0,05$). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET ($P \leq 0,05$).

3.5. Avaliação Bioquímica

Os valores médios obtidos para glicose, insulina, cortisol, triacilglicerol e colesterol total nos diferentes exercícios teste (ET_0 , ET_{45} , e ET_{90} , respectivamente) estão apresentados na Tabela 4 (Apêndice). Da mesma maneira estão ilustrados graficamente, observando-se o comportamento de cada variável durante os ETs e entre os mesmos nas Figuras 2.9; 2.10; 2.11; 2.12 e 2.13.

Os valores médios para a glicose apresentados na Figura 2.9A, B e C foram estatisticamente significativos em cada ET e crescente aumento durante a intensidade do esforço físico na esteira, inclusive após do desaquecimento (M_4), onde se obtiveram os valores maiores. Posteriormente, foi evidenciada diminuição durante o período de recuperação, retornando aos valores basais. Não houve diferença estatística na comparação entre os ETs. No entanto, observou-se comportamento semelhante durante o treinamento para a glicose, como revela a Figura 2.9D.

Como é demonstrado na Figura 2.10, a insulinemia diminuiu significativamente em todos os ETs realizados com relação ao M_0 , obtendo os valores menores no M_3 correspondente à velocidade maior durante os ETs. Conseqüentemente, no M_4 a concentração de insulina no sangue aumentou drasticamente até uma hora após exercício, diminuindo depois de transcorridas 6 horas do período de recuperação. A Figura 2.10D revelou diferença significativa entre os exercícios teste, no M_0 , M_1 , M_4 e uma hora após recuperação. Igualmente houve aumento gradativo dos valores basais da insulina após 90 dias de treinamento.

As médias obtidas do cortisol manifestaram significância ($P \leq 0,05$) para o ET_0 , ET_{45} e ET_{90} (Figura 2.11A, B e C, respectivamente) observando-se aumento gradual dos valores com relação ao aumento da velocidade, inclusive durante a fase de desaquecimento. Uma vez que os animais terminaram o exercício na esteira, os valores diminuíram drasticamente sendo inferiores aos iniciais.

Com relação os valores médios de triacilglicerol, pode-se observar na Figura 2.12A e C que houve significância ($P \leq 0,05$) nos ET_0 e ET_{90} dias, fato que não aconteceu no ET_{45} dias, embora o comportamento desta variável

tenha sido semelhante em cada ET. A Figura 2.12D revela diferença significativa em todos os momentos de coleta, apresentando médias maiores para ET₄₅ dias e valores menores após 90 dias de treinamento.

Não houve diferença significativa nos valores médios do colesterol total durante a realização dos ETs (Figura 13A, B e C). No entanto, os valores médios demonstraram a presença de diferença estatística entre os ETs como se observa na Figura 2.13D, mostrando aumento gradativo dos valores durante o treinamento.

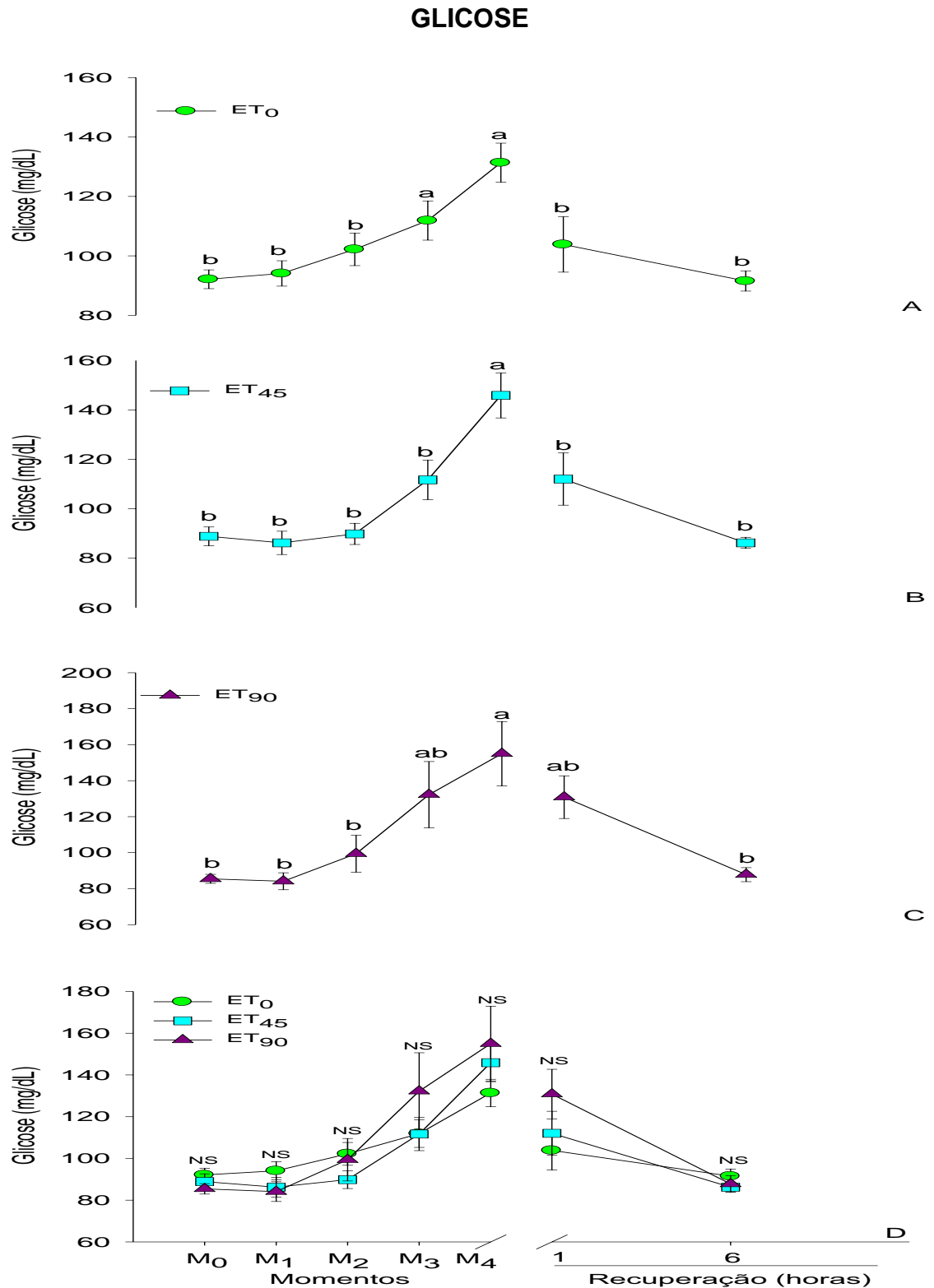


Figura 2.9. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

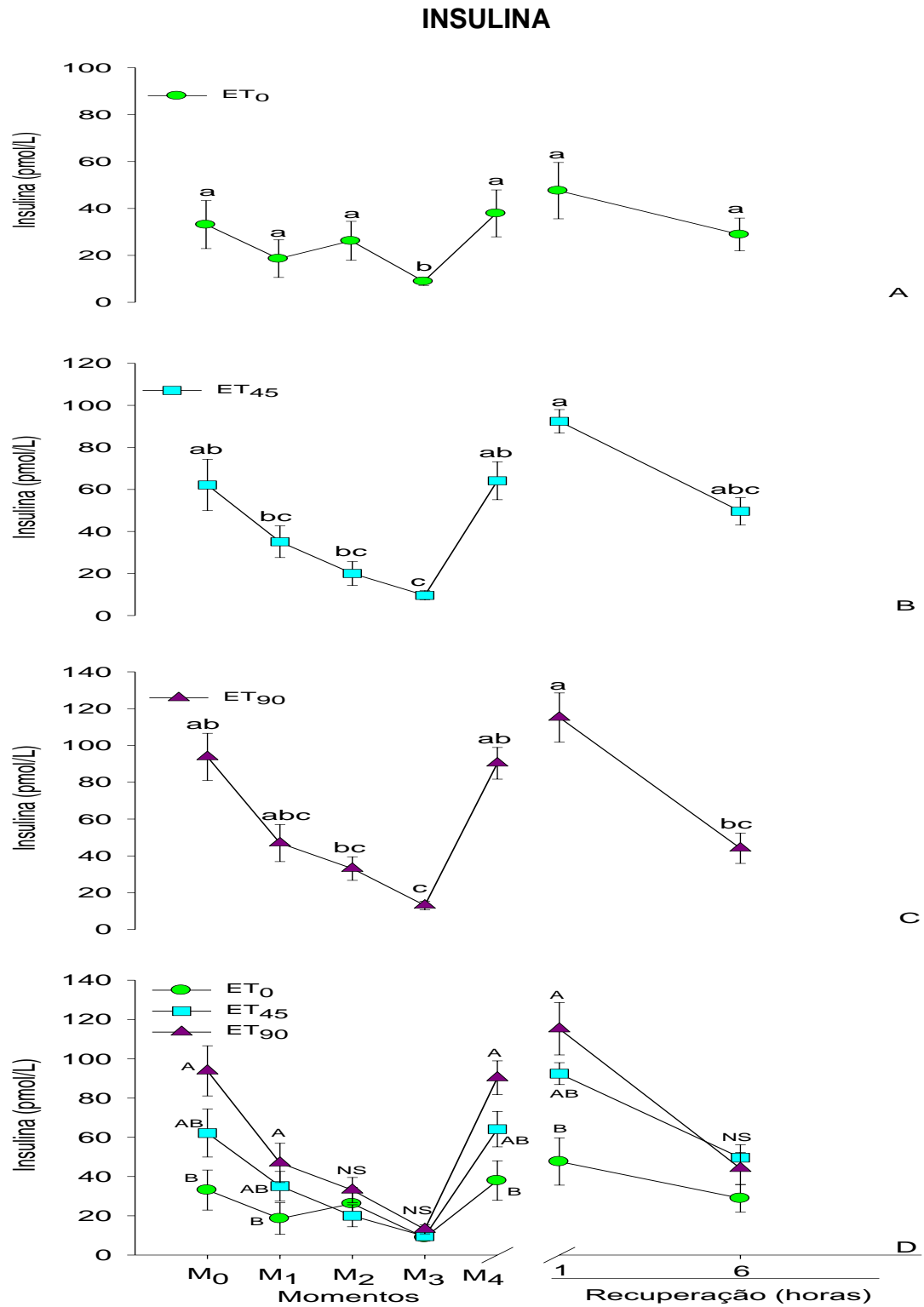


Figura 2.10. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de insulina (pmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P≤0,05).

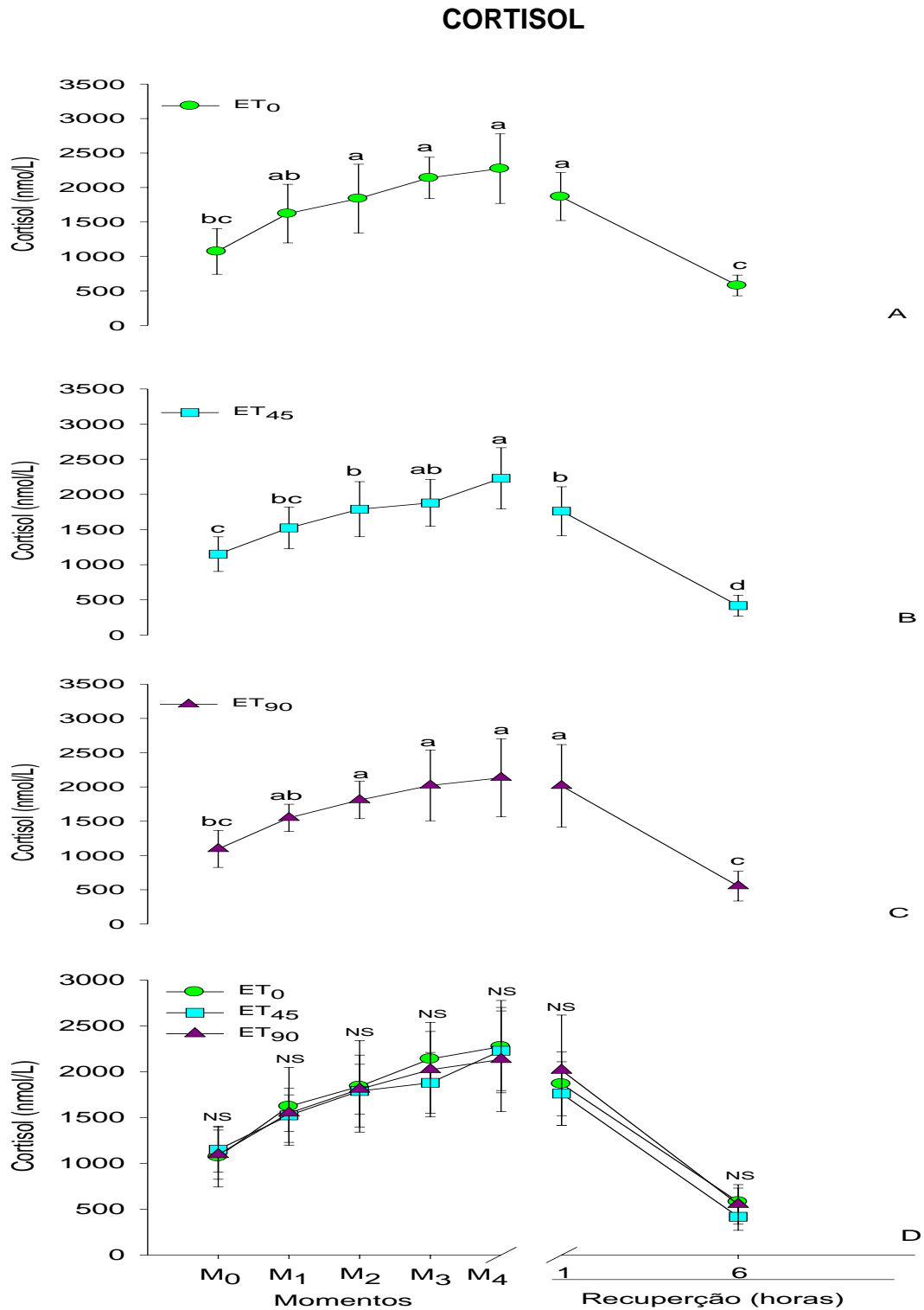


Figura 2.11. Representação gráfica das concentrações plasmáticas de cortisol (nmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

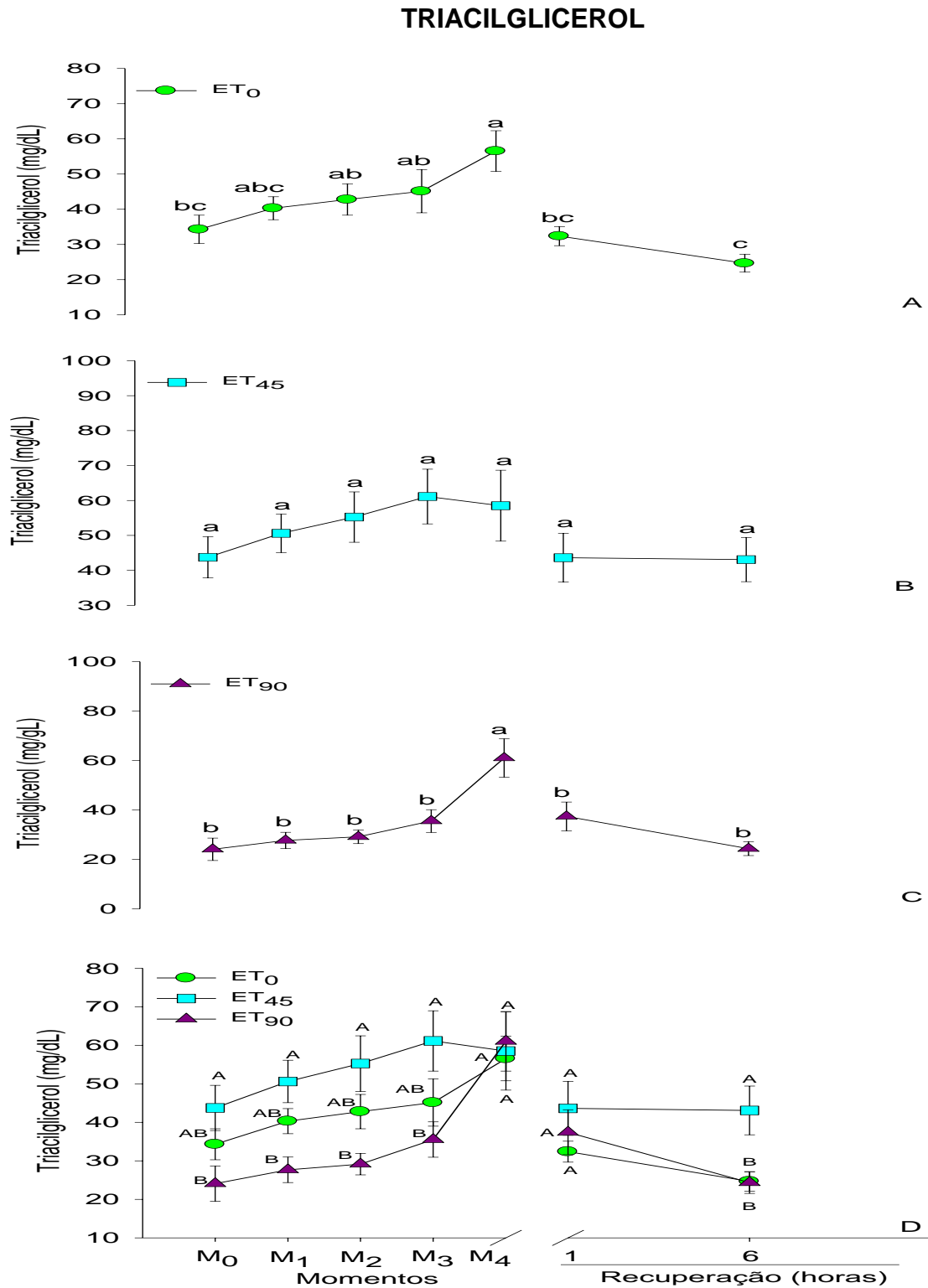


Figura 2.12. Representação gráfica das concentrações séricas de triacilglicero (mg/dL) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P≤0,05)

COLESTEROL TOTAL

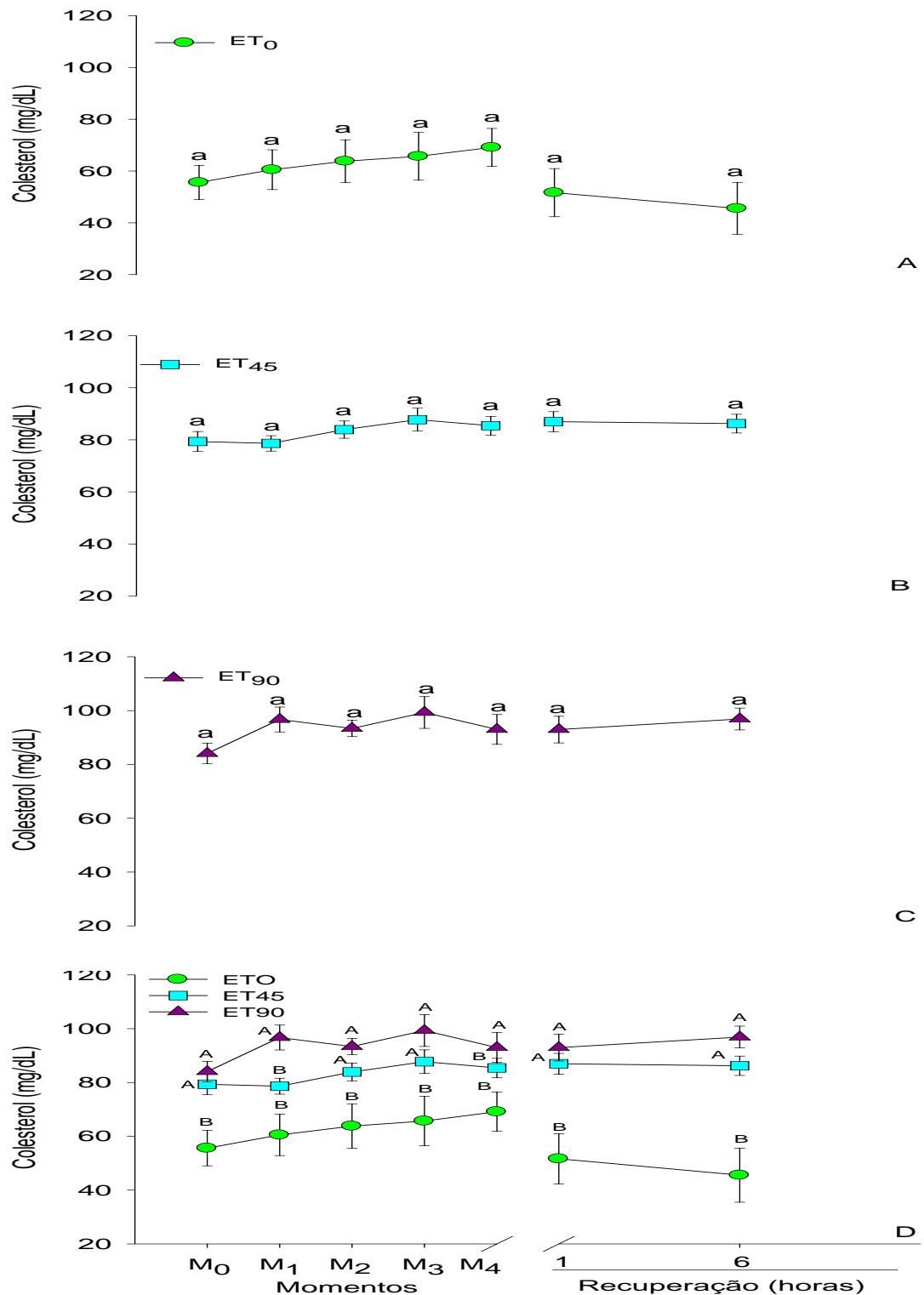


Figura 2.13. Representação gráfica das concentrações séricas de colesterol (mg/dL) durante os três exercícios realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P≤0,05).

3.6. Avaliação de Eletrólitos (Na^+ , K^+ e Ca^{2+})

Os valores médios \pm EPM obtidos para sódio, potássio e cálcio ionizado nos diferentes exercícios testes (ET_0 , ET_{45} , e ET_{90} .) estão apresentados no na Tabela 2.5 (Apêndice). Da mesma maneira, estão ilustrados graficamente nas Figuras 2.14; 2.15 e 2.16 para sódio, potássio e cálcio ionizado, respectivamente.

Não houve diferença estatística para o sódio em nenhum dos exercícios teste desenvolvidos ao longo do treinamento, como também não se evidenciou significância entre eles. No entanto, foram observadas mudanças significativas ($P \leq 0,05$) para os valores médios de potássio em cada ET e entre os mesmos, como é apresentado na Figura 2.15. Nesta figura é possível observar aumento gradativo no decorrer do exercício progressivo e diminuição na fase de desaquecimento com tendência à elevação durante o período de recuperação. As médias revelaram-se maiores para o ET_0 em relação ao ET_{45} e ET_{90} notando-se diminuição dos valores basais após 90 dias de treinamento (Figura 2.15D).

Os valores obtidos para o cálcio ionizado diferiram significativamente em ET_0 , e ET_{45} (Figura 2.16A, B e C) revelando marcante diminuição das médias ao longo do treinamento. Uma vez que os eqüinos foram retirados da esteira e permaneceram em recuperação, os valores aumentaram até uma hora após, diminuído conseqüentemente depois de 6 horas de recuperação só em ET_{45} e ET_{90} , fato que não ocorreu no ET_0 . Os valores basais diminuíram gradativamente durante o período de treinamento (Figura 2.16D).

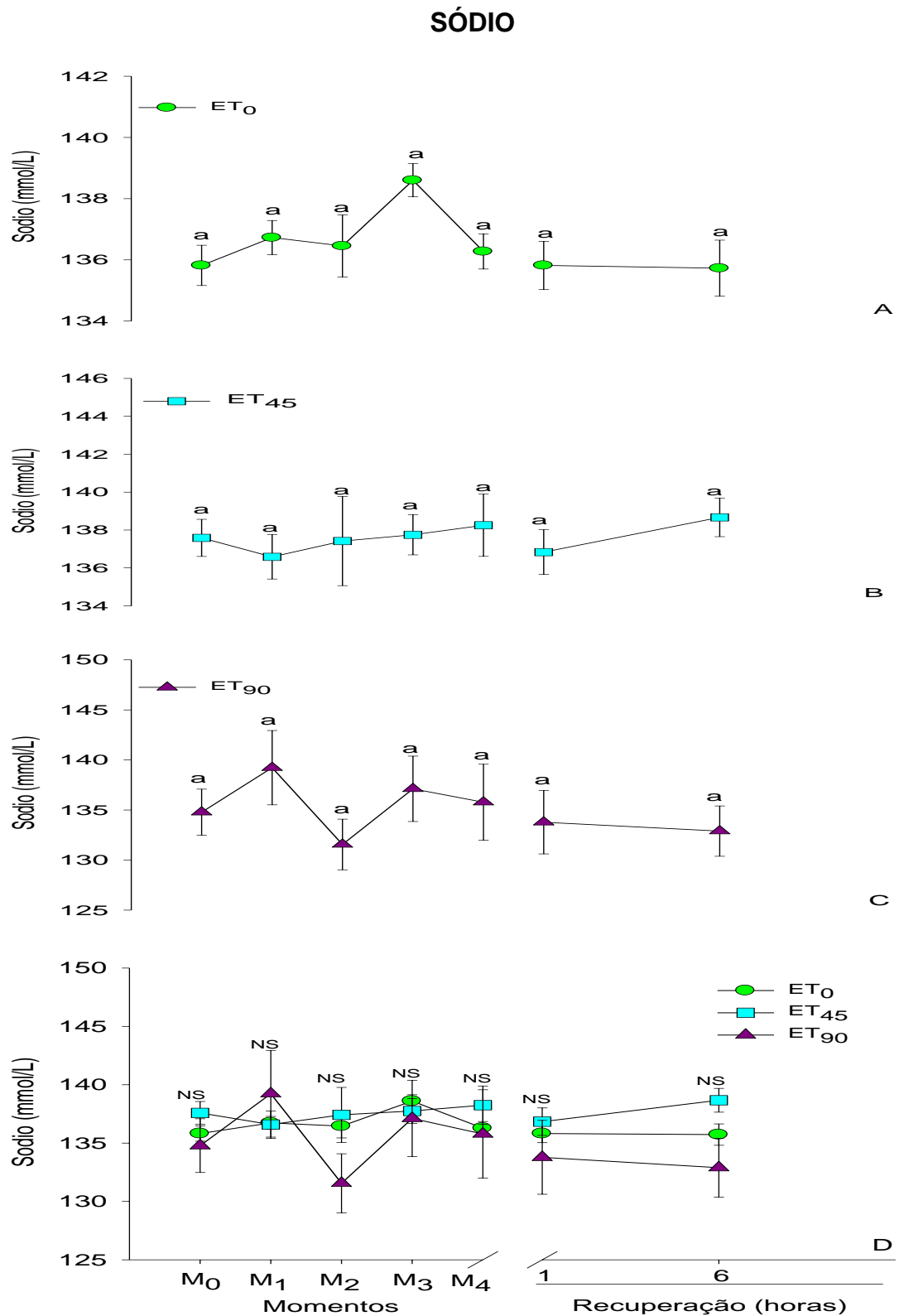


Figura 2.14. Representação gráfica das concentrações séricas de sódio (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. (NS) Não significativo.

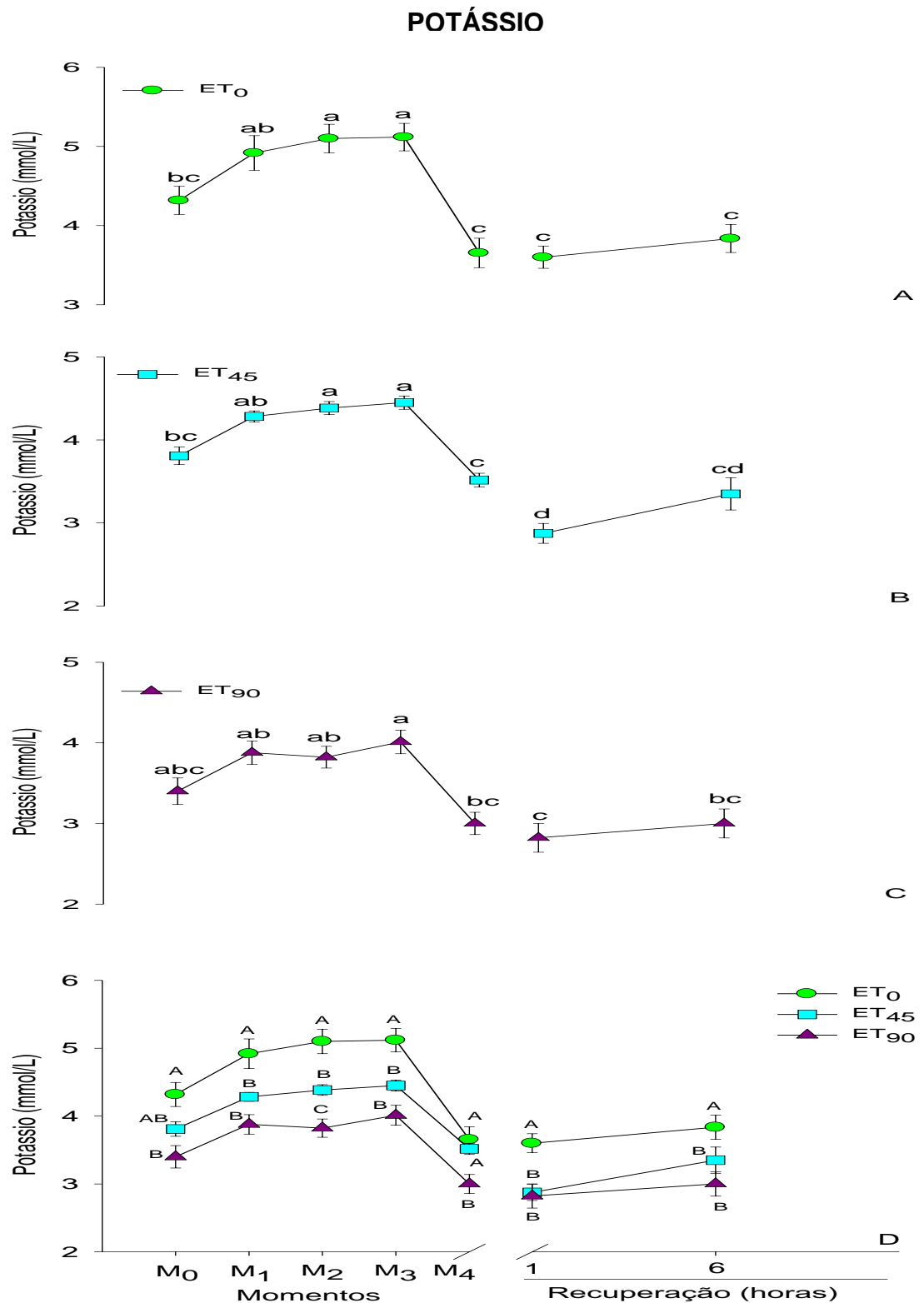


Figura 2.15. Representação gráfica das concentrações séricas de potássio (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P≤0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P≤0,05).

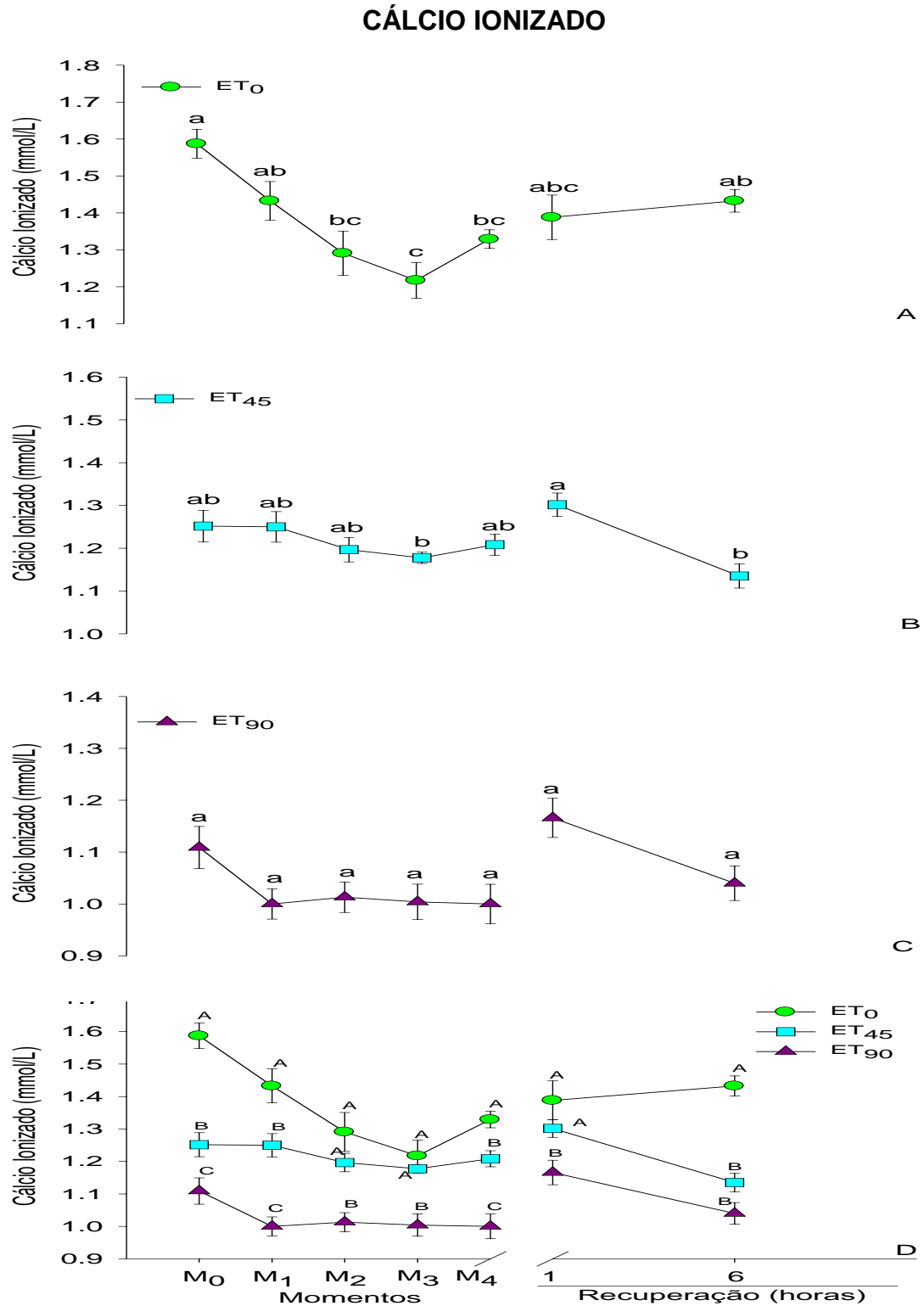


Figura 2.16. Representação gráfica das concentrações séricas de cálcio ionizado (mmol/L) durante os três exercícios teste realizados em esteira rolante. Antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃, M₄) e (1 - 6) horas após término do exercício. (A), ET₀ basal; (B), ET₄₅ dias de treinamento; (C) ET₉₀ dias de treinamento. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey para cada ET (P<0,05). (D), representação gráfica dos três exercícios teste comparando cada um deles entre os diferentes momentos de colheita na esteira e após período de recuperação. Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes, indicam diferença significativa pelo teste de Tukey entre cada ET (P<0,05)

4. DISCUSSÃO

A resposta hematológica durante o exercício é regulada pelo controle nervoso do fluxo sanguíneo no qual participam os centros cardioreceptores, baroreceptores, vasoconstritores e vasodilatadores (WAGNER et al., 1995). O sistema nervoso simpático estimula a vasoconstrição ou vasodilatação, dependendo da atividade realizada pelo cavalo durante o exercício ou repouso. Pesquisas realizadas por McKEEVER et al. (1999) e PELLEGRINI et al. (2000) relataram que o sistema nervoso simpático atua sobre os distintos receptores que o músculo liso vascular possui, tais como α_1 e α_2 (vasoconstritores) e β_2 (vasodilatadores).

Durante os exercícios teste realizados em esteira rolante, observou-se aumento progressivo dos valores médios para He, Ht e Hb, em função do incremento gradual do esforço físico, concordando com as pesquisas realizadas por ROSE et al. (1983); ANDREW et al. (1995) e PADALINO et al. (2007). Tal fato foi evidente no presente estudo para ET_0 , ET_{45} e ET_{90} no M_3 correspondendo ao momento em que os cavalos atingiram a maior velocidade. Este fenômeno está diretamente relacionado à esplenocontração, efeito fisiológico considerado como um dos fatores determinantes do aumento do volume sanguíneo durante o exercício em eqüinos, humanos, cães e ratos (CALDEIRA et al., 2005). Este fato fisiológico foi demonstrado e comprovado por SNOW (1983), relatando relação direta entre a atividade simpática e a velocidade do esforço.

Nos eqüinos, o baço pode manter uma reserva de até 50% do número total de eritrócitos, e por efeitos do estresse induzido pelo exercício físico, a mobilização desta reserva esplênica é ativada pelo estímulo simpático liberando catecolaminas que sensibilizam receptores adrenérgicos α_1 , ocorre a contração da musculatura lisa do baço causando hemoconcentração pelo aumento de hemácias circulantes e da hemoglobinemia. Este efeito é bastante benéfico, pois eleva a capacidade aeróbica devido ao aumento do transporte de oxigênio para o músculo esquelético (McKEEVER et al., 1993). Entretanto, um aumento muito significativo no volume de eritrócitos provoca a chamada *hipervolemia eritrocitária*, que apresenta um efeito hemodinâmico adverso uma

vez que aumenta a viscosidade do sangue dificultando o transporte e oxigenação dos tecidos e comprometendo o rendimento esportivo do cavalo (HARKINS et al., 1993). Este fato basicamente foi descrito e observado por estes autores em cavalos submetidos a treinamento com exercício de alta intensidade e curta duração, o que não corresponde ao treinamento realizado no presente estudo.

Após a realização do exercício físico e durante o período de recuperação dos eqüinos, o baço recupera num período de 30 minutos novamente o volume de hemácias que foi liberado para a circulação sangüínea, com retorno aos valores basais para He, Ht e Hb, conforme relatado por RUBIO et al. (1995) e ROSE et al. (1983). Nesta pesquisa, foi observado que após uma hora de recuperação dos ET, os valores médios para He, Ht e Hb não haviam retornado ao basal. No entanto, após 6 horas de recuperação, notou-se o retorno aos valores basais no ET₉₀ do que no ET₄₅ e ET₀ para estas mesmas variáveis. Tal fato poderia ser explicado devido às adaptações provocadas pelo tipo de treinamento realizado ao longo dos 90 dias a campo.

Pode-se observar na Figura 2.2 e 2.3 que os valores médios para He e Ht, respectivamente, diminuíram durante o treinamento como se notou no ET₄₅ e ET₉₀ em relação ao ET₀, fato que concorda com os estudos realizados por ROSE (1983) e McKEEVER et al. (1999), onde foi encontrada diminuição dos valores basais no repouso e ao longo do treinamento para He e Ht em cavalos de enduro. A concentração de Hb (Figura 2.4) foi maior no ET₉₀ com relação ao ET₄₅ e ET₀. Trata-se de um resultado muito interessante que concorda com o relatado por RUBIO et al. (1995), que encontraram aumento na concentração de Hb em cavalos Puro Sangue Andaluz durante treinamento, com relação aos cavalos da raça PSA submetidos a exercício de intensidade progressiva em esteira rolante. Tal aumento observado da concentração de Hb durante o treinamento neste estudo poderia ser explicado devido a um possível efeito do treinamento, permitindo com que o cavalo de enduro realize um transporte mais eficiente de oxigênio por parte da hemoglobina para as células musculares prorrogando a ocorrência de fadiga (ROSE et al., 1983).

A literatura relata, para eqüinos que realizam exercícios de alta intensidade e curta duração, incremento significativo da contagem global de

He, Ht e concentração de Hb no repouso ao longo do treinamento (SNOW et al., 1983; TYLER-McGOMAN et al., 1999). Esse fato pode ser explicado devido ao tipo de treinamento que exige maior consumo de oxigênio em curto período de tempo, provocando aumento no número de He (PERSSON & OSTERBERG, 1999).

Deve-se ressaltar que muitos resultados contraditórios foram observados com relação aos índices hematimétricos em eqüinos submetidos a exercícios. O comportamento dos índices hematimétricos (VCM e CHCM) durante o exercício não tem sido claramente definidos, encontrando-se valores aumentados durante repouso (SNOW, 1991) e incrementos lineares com relação à velocidade do exercício (McKEEVER et al., 1993) e sem mudanças significativas durante o decorrer do esforço físico (PELLEGRINI et al., 2000). Este último efeito foi encontrado nesta pesquisa, na qual não foram observadas mudanças significativas dos valores médios do VCM e CHCM durante os ETs.

Os valores normais do leucograma de um eqüino em repouso sobre treinamento não acrescenta muita informação em relação ao condicionamento físico (OVERGAARD et al., 2004). As alterações do leucograma originadas pelo exercício são atribuídas basicamente pela liberação de leucócitos da medula óssea, baço e pulmões, resultantes da ação de catecolaminas e cortisol plasmático que são liberados em situações de medo, excitação ou durante o exercício vigoroso (PALUDO et al., 2002).

No decorrer do esforço físico do ET₀, ET₄₅ e ET₉₀, foi observado incremento na contagem total de leucócitos, neutrófilos e linfócitos durante os momentos de colheita (Figuras 2.6; 2.7 e 2.8, respectivamente). No entanto, durante a fase de recuperação, evidenciou-se clara leucocitose com neutrofilia e linfopenia fisiológica, achados que concordam com os trabalhos relatados por McCLAY et al. (1992) e GEOR & WEISS (1993). Trata-se desta vez de um fato que discorda em parte com os resultados encontrados por ROSSDALE et al. (1982), os quais reportaram que em exercícios de alta intensidade, foram observadas mudanças na relação Neutrófilo:Linfócito (N:L), apresentando ligeira linfocitose com neutropenia. No entanto, durante o período de recuperação, estes mesmos autores encontrarem marcante leucocitose com

neutrofilia e linfopenia após três horas de recuperação, retornando aos valores basais após seis horas de descanso.

Neste trabalho, após seis horas de descanso, os valores para leucócitos totais somente retornaram para próximos do basal no ET₄₅ (Figura 2.6); já para neutrófilos e linfócitos, não houve retorno aos valores normais durante o mesmo período de tempo. Tal fato concorda com ANDREW et al. (1995), cujo relato deste comportamento na concentração das células sanguíneas (leucócitos totais, neutrófilos e linfócitos) pode persistir por um período máximo de 24 horas após o término do exercício.

Conforme relatado por inúmeros pesquisadores (ROSE et al., 1983; RUBIO et al., 1995; e McCLAY et al., 1992; TYLER-McGOMAN et al., 1999; FELDMAN et al., 2000), para a concentração plasmática de proteína total em eqüinos durante realização de exercícios de alta intensidade, existe uma redistribuição de fluidos e eletrólitos do compartimento vascular para os tecidos e o espaço extravascular. Além do mais, destaca-se marcada hemoconcentração que provoca aumento no número de PT, evidenciando a relação entre a duração e a intensidade do exercício.

Tal fato foi encontrado nesta pesquisa, onde as concentrações plasmáticas de proteína total aumentaram numericamente durante a realização de cada ET com posterior decréscimo após o término do exercício, não sendo suficiente o período de seis horas para retornarem aos valores basais. Este achado pode ser explicado devido à intensidade do esforço, aumento da velocidade em cada ET, tempo de realização de cada ET, perdas de fluidos pelo suor, temperatura ambiente e a umidade relativa do ar conforme a pesquisa realizada por HARGREAVES et al. (1999), os quais relataram que quanto menor for o tempo do esforço físico e em condições climáticas favoráveis, mais rápido será o retorno da PT aos valores basais. Geralmente, segundo estes autores, no exercício de alta intensidade e após período de 15 a 30 minutos após exercício, a PT retorna aos valores observados antes do início do esforço.

Portanto, deve-se considerar que ao confrontar os dados da literatura com relação às mudanças das variáveis hematológicas e da concentração plasmática de proteína total encontrada nesta pesquisa em eqüinos submetidos

a exercícios teste, observaram-se mudanças significativas sendo mais evidentes em umas variáveis que em outras. No entanto, é pertinente relacionar outros fatores que podem interferir nos resultados hematológicos e de PT durante o treinamento, tais como: a conduta e temperamento do animal, idade, tipo de treinamento, nutrição, higidez do atleta, hora de colheita da amostra, transporte adequado para o laboratório, análise e interpretação laboratorial (HARKINS et al., 1993; PELLEGRINI et al., 2000).

O monitoramento dos valores das diferentes variáveis bioquímicas presentes no organismo, durante o exercício, permite obter informações sobre o metabolismo e funcionamento de alguns órgãos, em particular o fígado, rins, músculo e coração, os quais participam diretamente sobre o exercício físico permitindo ao cavalo atleta manter a homeostasia e o correto condicionamento esportivo (TOLEDO et al., 2001).

O comportamento da glicemia durante a realização dos ET no presente estudo apresentou aumento progressivo em relação à intensidade do esforço. A Figura 2.9 corrobora este achado concordando com as pesquisas realizadas por SNOW et al. (1992) e MALINOWSKI et al. (2002) em eqüinos Puro Sangue de Corrida realizando exercícios de alta intensidade e curta duração. Esta resposta glicêmica durante este tipo de exercícios está relacionada à intensidade do esforço. O aumento da atividade simpática relacionada no aumento da atividade de hormônios que regulam o metabolismo energético, como as catecolaminas e glucagon que, ao serem liberados, provocam glicogenólise e gliconeogênese hepática, elevando a concentração de glicose plasmática e proporcionando aumento na utilização deste substrato energético pela fibra muscular em atividade (COGGAN, 1991).

As mudanças na produção de glicose são geradas através da dependência de glicose plasmática nos tecidos, influenciada pelo estado de condicionamento e intensidade, bem como pela duração do esforço (GREEN et al., 1995). A glicogenólise é dominante na maioria dos exercícios, e é maior no começo e durante o esforço de alta intensidade. Já a taxa de gliconeogênese aumenta à medida que o esforço físico se prolonga (GORDON et al., 2006), observando-se diminuição dos valores de glicose no sangue de eqüinos que

realizam exercícios de longa duração e curta intensidade (FERNANDEZ et al., 2000), porém tal fato não se deu neste trabalho.

Observando a Figura 2.10, nota-se redução na insulinemia com relação ao aumento da velocidade do esforço, o que concorda com os resultados obtidos por GEOR et al. (2000a); MALINOWSKI et al. (2002) e GORDON et al. (2006). A supressão da insulina no esforço agudo tem sido bem documentada em cavalos, bem como no homem e outras espécies (THORNTON, 1985; SNOW & ROSE, 1981). Funcionalmente, um aumento de catecolaminas circulantes inibe a síntese de insulina nas células- β do pâncreas durante o exercício, o que faz com que o animal apresente aumento na concentração de glucagon, AGL e cortisol plasmático, que aumentam a taxa de gliconeogênese para manter as concentrações de glicose sangüínea durante o exercício (LUCKE & HALL, 1980; GIRAUDET et al., 1994).

No entanto, o exercício de baixa intensidade e longa duração aumenta a sensibilidade da insulina no organismo dos indivíduos treinados como foi relatado em humanos (BURSTEIN et al., 1990), ratos (BRAGA et al., 2006) e eqüinos (DE GRAAF-ROELFSEMA et al., 2006). Tal efeito do aumento da sensibilidade a insulina é atribuído por mudanças celulares e/ou moleculares como são: elevado aumento nas concentrações do transportador protéico de glicose (GLUT-4) e na atividade da enzima glicogênio sintetase no músculo, maior ligação da insulina aos receptores de membrana, redução na concentração sérica de triacilglicerol e, possivelmente, aumento na capilaridade no músculo (POWELL et al., 2002). Entretanto, no presente ensaio, houve aumento significativo das concentrações basais de insulina após 90 dias de treinamento, resultado este, considerado paradoxal observando-se resistência a insulina após treinamento aeróbico. Esperava-se que a concentração basal de insulina diminui-se após o treinamento. Fato que merece melhor atenção por meio de futuras pesquisas.

Elevações nas concentrações plasmáticas de cortisol relacionadas ao exercício têm sido amplamente documentadas em cavalos durante a realização de diferentes atividades esportivas (CALONI et al., 1999; KRAEMER et al., 2003); o presente experimento corrobora estes estudos. A alteração das concentrações plasmáticas de cortisol se deve às mudanças na atividade

simpática e parassimpática do Sistema Nervoso Central, que ocorrem durante o exercício (McKEEVER, 2002). A liberação de cortisol no cavalo aparenta ser afetada tanto pela intensidade quanto pela duração do esforço (SNOW & ROSE, 1981; HOROHOV et al., 1999). Os dados obtidos nesse experimento (Figura 2.11) revelam elevação significativa nas concentrações de cortisol, confirmando a relação entre a intensidade e a duração do esforço, mencionados anteriormente. Entretanto, foi reportado por FOREMAN & FERLAZZO (1996) que o treinamento poderia ocasionar diminuição mais rápida das concentrações plasmáticas de cortisol aos valores basais. Tal fato não foi observado nesta pesquisa, já que os valores foram muito similares durante cada momento de colheita para cada ET, não sendo significativo entre os mesmos.

Segundo DUNNETT et al. (2002), os triglicerídeos fazem parte das reservas energéticas que são utilizadas pelo organismo durante o exercício físico, apresentando aumento gradativo com relação ao esforço físico. Esta informação corrobora com os dados encontrados no presente estudo, e ilustrados na Figura 12 durante a realização dos ETs, embora não se tivesse observado diferença significativa para ET₄₅. Tal ocorrência pode ser justificada devido ao fato de que os triglicerídeos sofrem um processo de catabolismo celular por ação da enzima lipase devido a um estímulo direto das catecolaminas, originando glicerol e ácidos graxos livres como fontes de energia (BERGERO et al., 2005). O glicerol pode ser convertido em piruvato ou glicose no fígado e os AGL são transportados pela albumina plasmática para o músculo onde serão degradados para a obtenção de energia (ROSE et al., 1983).

Adicionalmente, houve diminuição dos valores basais de triacilglicerol ao longo do treinamento entre ET₀ e ET₉₀ (Figura 2.3D), achado este que corrobora com os estudos realizados por RANKIN (1997) em humanos, e CUNHA et al. (2005) em ratos. Tais estudos demonstraram que o exercício físico promove redução significativa da concentração plasmática de triacilglicerol durante treinamento físico aeróbico após 9 semanas, visto que durante a prática de exercícios aeróbicos com duração superior a trinta minutos, os processos de oxidação lipídica dos triglicerídeos intramusculares

são mais utilizados como fontes energéticas corporais, diminuindo a mobilização das gorduras do tecido adiposo para a corrente circulatória.

DITTRICH et al. (2000) avaliaram o efeito do colesterol durante o exercício em potros Puro Sangue de Corrida, encontrando ligeiro aumento não significativo durante a realização do esforço de curta intensidade. É um relato que confirma os dados encontrados neste estudo durante a realização dos exercícios teste ao longo do treinamento, embora não se tenha observado diferença significativa para cada ET.

As respostas séricas de Na^+ durante a realização do ET_0 , ET_{45} e ET_{90} estão apresentadas na Figura 2.14, com algumas variações numéricas para cada ET realizado, embora sem diferença estatística significativa durante os ET, evidenciando-se também uma tendência ao aumento dos valores médios para ET_0 e ET_{45} durante o esforço físico na esteira rolante. Tal comportamento é observado na maioria dos exercícios com intensidades altas e moderadas, aumentando os valores séricos de Na^+ devido à diminuição de fluido extracelular (ALLEN et al., 1984; ROSE & ALLEN 1985; COHEN et al., 1993).

Por outro lado, quando há aumento na concentração de sódio, o aumento na reabsorção renal de água, assim como a regulação do reflexo dipsogênico, são outros mecanismos que atuam na manutenção da concentração plasmática de sódio e, concomitantemente, da osmolalidade (LACERDA-NETO et al., 2003). Já outros autores (MARTINEZ et al., 2000; AGUILARA-TEJERO et al., 2000) reportaram que as concentrações plasmáticas de sódio se mantêm geralmente inalteradas em eqüinos durante exercício, seja ele de carga máxima ou submáxima de intensidade.

Quanto ao íon K^+ , foi evidente uma elevação significativa no decorrer da intensidade do esforço físico nos três ET (Figura 2.15), fato este que corrobora com os dados descritos por CARLSON (1995) e TAYLOR et al. (1995), os quais relataram que o aumento significativo para os valores do K^+ no exercício máximo ocorre devido à passagem deste cátion, do meio intra para o extracelular ocasionando uma hipercalemia fisiológica pela ação de catecolaminas sobre receptores α -adrenérgicos presentes nos eritrócitos, fígado e músculos. Adicionalmente, FERRANTE et al. (1995) relataram que a concentração plasmática de potássio pode ser proporcional à intensidade do

exercício, à quantidade de massa muscular que se contrai e à concentração de lactato plasmático no homem e no equino. Posteriormente, por ação das catecolaminas sobre receptores β -adrenérgicos, é ativada a bomba de Na^+ - K^+ corrigindo a hipercalemia rapidamente, transportando o potássio para dentro da célula muscular após o término do exercício. Este efeito é realizado rapidamente que se podem obter valores inferiores aos iniciais (HARRIS & SNOW, 1988), um relato que concorda com os resultados obtidos nesta pesquisa durante o momento de desaquecimento (M_4) e fase de recuperação (M_5 e M_6) no ET_0 , ET_{45} e ET_{90} .

Relativamente ao comportamento das concentrações plasmáticas de Ca^{2+} durante a realização dos ETs, observou-se decréscimo plasmático conforme aumentou a intensidade do esforço (Figura 2.16). Estes resultados corroboram com os relatos de GUEISER et al. (1995) e THRALL et al. (2004). A diminuição plasmática de Ca^{2+} foi atribuída por estes autores à importância deste íon na contração muscular de onde é liberado do retículo sarcoplásmico para dentro das células musculares, provocando um recrutamento do Ca^{2+} para dentro da célula muscular durante a realização de exercícios de alta intensidade, produzindo decréscimo na circulação.

Adicionalmente, SEAHORN & SEAHORN (2003) reportaram que a concentração plasmática de Ca^{2+} está relacionada ao pH e/ou à concentração de albumina. Esta é a proteína mais importante no plasma, já que um aumento na circulação do pH e desta proteína acarretaria em diminuição do cálcio ionizado. Este relato também poderia explicar a diminuição do Ca^{2+} durante os ET, embora nesta pesquisa não tenha sido realizada a mensuração do pH, nem de albumina. Adicionalmente, outro fato interessante foi reportado por ANDREW et al. (1995), os quais observaram que o efeito do treinamento poderia incrementar a captação de Ca^{2+} por parte do retículo sarcoplásmico no músculo esquelético no equino. Este fato poderia explicar o motivo pelo qual a concentração de Ca^{2+} foi diminuindo nos respectivos exercícios teste (Figura 2.16) ao longo do treinamento, obtendo-se valores significativos menores em todos os momentos de colheita no ET_{90} .

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram-nos concluir que:

1. Houve aumentos nos valores médios de He, Ht, Hb, Leu, Neu e Linf, ocasionados pela liberação de adrenalina e noradrenalina na circulação, que são responsáveis pela ativação da contração esplênica. Adicionalmente, houve aumento nas concentrações plasmáticas de PT por efeito da hemoconcentração;
2. Observou-se leucocitose com neutrofilia e linfopenia após ETs, possivelmente como efeito de defesa do organismo após o estresse físico submetido durante o esforço;
3. Os ETs provocaram aumentos nas concentrações de glicose e triacilglicerol como principais substratos energéticos durante o exercício;
4. Houve aumento nas concentrações de cortisol relacionado à intensidade e duração do esforço;
5. O exercício anaeróbico provocou aumentos nas concentrações séricas de K^+ , devido à saída deste cátion da célula muscular do meio intra para o extracelular;
6. Apresentou-se diminuição nas concentrações de Ca^{2+} pela direta participação deste íon na contração muscular durante o exercício;
7. As concentrações basais de TAG diminuíram ao final do treinamento, tornando-se mais eficientes os processos de oxidação lipídica dentro das células musculares;
8. As concentrações plasmáticas basais de insulina aumentaram como efeito do treinamento;
9. O treinamento à velocidade de 60% do V_4 provocou mudanças relevantes tanto hematológicas como bioquímicas;

6. REFERÊNCIAS*

- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I. RODRIGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Science**, London, v. 68, p. 103-108, 2000.
- ALLEN, B.V.; KANE, C.E.; POWELL, D.G. Leukocyte counts in the healthy english thoroughbred in training. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v.16, p. 207-209, 1984.
- ANDREW, F.M.; GUEISER, D.R.; WHITE, S.L.; WILLIAMSON, L.H.; GREEN, E.M. Hematological and biochemical changes in horse competing in a 3 star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 20, Suppl. p. 57-63, 1995.
- BERGERO, D.; MIRAGLIA, N.; POLIDORI, M.; ZIINO, M.; GAGLIARDI, D. Blood serum and skin fatty acid levels in horses and the use of dietary polyunsaturated fatty acids. **Animal Research**, London, v.51, p.157–163, 2002.
- BERGERO, D.; ASSENZA, A.; CAOLA, G. Contribution to our knowledge of the physiology and metabolism of endurance horses. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 92, p. 167-176, 2005.
- BURSTEIN, R.; EPSTEIN, Y.; SHAPIRO, Y.; CARUZI, I.; KARNIELI, E. Effect of an acute bout of exercise on glucose disposal in human obesity. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 69, p. 299-304,1990.
- BRAGA, L.; MELLO, M.; MANCHADO, F.; GOBATTO, C. Exercício contínuo e intermitente: Efeitos do treinamento e do destreinamento sobre o peso corporal e o metabolismo muscular de ratos obesos. **Revista Portuguesa de Ciência do Desporto**, Porto, v. 6, p.160-169, 2006.
- CALDEIRA, D.; ROCHA, R.; ALBERTI, L.; PETROIANU, A. Influencia da esplenectomia na capacidade física de ratos. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, São José do Rio Preto, v. 27, p. 34-40, 2005.

* ABNT - NRB-6023, Agosto de 2002

CALONI, F.; SPOTTI, M.; VILLA, R. Hydrocortisone levels in the urine and blood treated with ACTH. **Equine veterinary Journal**, New Market, v. 31, p. 273-276, 1999.

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

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

CHRISTLEY, R.M.; EVANS, D.L.; HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. Blood gas changes during incremental and sprint exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 30, Suppl, p. 24-26,1999.

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

COGGAN, A. R. Plasma glucose metabolism during exercise in humans. **Sports Medicine.**, Auckland, v. 11, p. 102-124, 1991.

COHEN, N.D.; ROUSSEL, A.J.; LUMSDEN, J.; LEWIS, C. Alterations of fluid and electrolyte balance in thoroughbred racehorse following strenuous exercise during training. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 57, p. 9-13, 1993.

CUNHA, T.S.; TANNO, A.P.; MOURA, M.J.; MARCONDES, F.K. Relação entre a administração de esteróide anabólico androgênico, treinamento físico aeróbio e supercompensação de glicogênio, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.11, p. 187-192, 2005.

DE GRAAF-ROELFSEMA E.; VAN GINNEKEN ME.; VAN BREDA E.; WIJNBERG I.D.; KEIZER H.A.;, VAN DER KOLK J.H. The effect of long-term exercise on glucose metabolism and peripheral insulin sensitivity in standardbred horses. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 36, Suppl. p. 221-225. 2006.

DITTRICH, R.L.; DITTRICH, J.R.; FLEMING, J.S.; PEREIRA, L.; HARDER, S. SAITO, M.E. SCHMIDT, E.M.S. SILVA, S.F.C.S. Valores bioquímicos séricos

em potros da raça puro sangue inglês suplementados com diferentes tipos de lipídio. **Ciência Rural**, v.30, p.631-634, 2000.

DUNNETT, C.E.; MARLIN, D.J.; HARRIS, H.C. Effect of dietary lipid on response to exercise: relationship to metabolic adaptation. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 34, Suppl. p. 75-80, 2002.

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

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

FERNANDEZ, W.R.; LARSSON, M. H. Alterações nas concentrações séricas de glicose, sódio, potássio, uréia, creatinina, em eqüinos submetidos a provas e enduro de 30 Km com velocidade controlada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 393-398, 2000.

FERRANTE, P.M.; TAYLOR, L.E.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. Plasma and erythrocyte ion concentration during exercise in arabian horse. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 18, Suppl. p.306-309, 1995.

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

FOREMAN & FERLAZZO. Physiological responses to stress in the horse. **Pferdeheilkunde**, Oexmann, v.12, p. 401-404, 1996.

GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K.W.; MCCUTCHEON, L.J.; SAMS, R. A. Epinephrine inhibits exogenous glucose utilization in exercising horses. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 88, n. 5, p. 1777–1790, 2000a.

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

GIRAUDET, A.; HINCHCLIFF, K.W.; KOHN, C.W.; McKEEVER K.H. Early insulin response to an intravenous glucose tolerance test in horse. **American Journal Veterinary Research**, chicago, v. 55, p. 379-381, 1994.

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL E.; BROSIOUS E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, Chicago, v. 56, p. 35-39, 1971.

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

GREEN, H.J.; JONES, S.; BALL-BOURNET, M.; FARRANCE, B.; RANNEY, D. Adaptations in muscle metabolism to prolonged voluntary exercise and training. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 78, p. 138-145, 1995.

GUEISER, D.R.; ANDREW, F.M.; ROHRBACH, B.W.; WHITE, S.L.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; POVENZA, M.K. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 56, p. 1502-1505, 1995.

HARGREAVES, B.J; KRONFELD, D.S; NAYLOR, J.R.; Ambient temperature and relative humidity influenced packed cell volume, total plasma protein and other variables in horse during an incremental submaximal field exercise test. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 31, p. 314-318, 1999.

HARKINS, J.; BEADLE, R.E.; KAMMERLING, S.G. The correlation of running ability and physiological variables in thoroughbred racehorse. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 25, p. 53-60, 1993.

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

HOROHOV, D. W.; DIMOCK, A. N.; GURINALDA, P.D.; FOLSOM, R. W.; MALINOWSKI, K.; McKEEVER, K. H. Effects of exercise on the immune response of young and old horses. **American Journal Veterinary Research**, Chicago, v. 60, p. 643-647, 1999.

HYYPPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horse. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 92, p. 113-121, 2005.

INOUE, Y.; MATSUI, A.; ASAI, Y.; AOKI, F.; MATSUI, T.; YANO, H. Effect of exercise on iron metabolism in horses. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 107, n.1, p. 33-42, 2005.

KRAEMER, R. R.; ABOUDEHEN, K. S.; CARRUTH, A. K.; DURAND, R. T.; ACEVEDO, E. O.; HEBERT, E. P.; JOHNSON, L. G.; CASTRACANE, V. D. Adiponectin responses to continuous and progressively intense intermittent exercise. **Medicine Science & Sport Exercise**, Hagerstown, v. 35, p. 1320-1325, 2003.

LACERDA-NETO, J.C.; SAMPAIO, R.C.; FERRAZ, G.C. et al. Efeitos do resfriamento intermitente e de repositor eletrolítico sobre a osmolalidade e eletrólitos séricos de eqüinos submetidos a exercício de baixa intensidade. **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, Lisboa, v. 98, p. 189-195, 2003.

LUCKE, J.N; HALL, G.M. A biochemical study of the Arab Horse Society's marathon race. **Veterinary Record**, London, v. 107, p. 523-525. 1980.

MALINOWSKI, K.; BETROS, C.L; FLORA, L.; KEARNS, C.F.; McKEEVER, K.H. Effect of training on age-related changes in plasma insulin and glucose. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 34, Suppl. p. 147-153, 2002.

MARTINEZ, P.R.; SCAGLIONE, M.; LUNEBURG, F. WHITE, O. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances en Ciencias Veterinarias**, Santiago, v. 15, p. 19-30, 2000.

McCLAY, C.B.; WEISS, D.J.; SMITH, C.M.; GORDON, B. Evaluation of hemorheologic variables as implication for exercise-induced pulmonary hemorrhage in racing thouroughbred. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.53, p. 1380-1385, 1992.

McKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of the North American: Equine practice**, Orlando, v. 18, p. 321-353, 2002.

McKEEVER, K. H.; AGANS, J. M.; GUEISER, S.; SCALI, R.; GUIRNALDA, P. D.; KEARNS, C. F.; LORIMER, P. J. Effect of recombinant erythropoietin administration on red cell volume, aerobic capacity and indices of performance in Standardbred horses In: EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 16., 1999. **Proceedings...** p. 163-167.

McKEEVER, K. H.; HINCHCLIFF, K.W.; REED, S.M. Role of decreased plasma volume in hematocrit alterations during incremental treadmill exercise in horse, **American Journal Physiology**, Champaign, v. 265, p. 404-408, 1993.

OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Medicine Science Sports & Exercise**, Hagerstown, v. 36, n.5, p.821-829, 2004.

PACKER, L. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. **Journal. Sports Science**, London, v. 15, p. 353-363, 1997.

PADALINO, B.; RUBINO, G.; CENTODUCATI, P.; PETAZZI, F. Training versus overtraining: evaluation of two protocols. **Journal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 27, p. 28-31, 2007.

PALUDO, G. R.; MCMANUS, C.; MELO, R. Q. Efeito do estresse térmico e do exercício sobre parâmetros fisiológicos de cavalos do exército brasileiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p.1130 -1142, 2002.

PELLEGRINI, M.A.; BARAGLI, P.; TEDESCHI, D. LUBAS, G.; SIGHIERI, C. Behaviour of mean erythrocyte volume during submaximal treadmill exercise in the horse. **Comparative Haematology International**, London, v.10, p 38-42, 2000.

PERSSON, S.G.; OSTERBERG, I. Racing performance in red blood cell hypervolaemic standardbred trotters. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 30, Suppl. p. 617-620, 1999.

PICCIONE, G.; ARCIGLI, A.; COSTA, A.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Acid-base balance assessment during exercise en the show jumping horse. **Folia Veterinária**, Milano, v.47, p. 91-94, 2003.

POWELL, D.M.; REDDY, S.E.; SESSIONS, D.R.; FITZGERALD, B. Effect of short-term exercise training on insulin sensitivity in obese and lean mares, **Equine Veterinary Journal**, New Market, v, 34, Suppl. p. 81-84, 2002.

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R. Hematologic responses to exercise and training. **Veterinary Clinics the North American: Equine practice**, Orlando, v. 1, p. 461-476, 1985.

ROSSDALE, P.D.; BURGUEZ, P.N.; CASH, R.S.; Changes in blood neutrophils/lymphocyte ratio related to adrenocortical function in the horse. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 14, p. 293-298, 1982.

ROSE, R.J.; ALLEN, J.R.; HODGSON, D.R.; STEWART, J.H. Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical values and heart rate. **Veterinary Record**, London, v. 113, p. 612-618, 1983.

RANKIN, J.W. Lipid metabolism during of exercise. **Sport Science Exchange**, Virginia, v.15, p. 1-6, 1997.

RUBIO, M.D.; MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; CASTEJÓN, F.M. Comparative hematological study of two breeds of foals (Andalusian and Arab) subjected to exercise of progressive intensity. **Journal Veterinary Medical Science**, Hamburg, v. 57, p. 311-315, 1995.

SEAHORN, J.L.; SEAHORN, T.L. Fluid therapy in horse with gastrointestinal disease. **Veterinary Clinics the North American: Equine practice**, Philadelphia, v. 19, p.665-679, 2003.

SNOW, D.H. Alterations in composition of venous plasma F.F. A. pool during prolonged and sprint exercise I the horse. **Biochemical Exercise**, v.13, p.336-350, 1983.

SNOW, D.H. Fatigue and exhaustion in the horse. **Australian Equine Veterinarian**, Brunswick, v. 9, p. 108-111, 1991.

SNOW , D. H.; ROSE, R. J. Hormonal changes associated with long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 13, p. 195-197, 1981.

SNOW, D.H.; RICKETTS, S.W; MASON, D.K. Hematological response to racing and training exercise in thoroughbred horse, with particular reference to the leukocyte response. **Equine veterinary Journal**, New Market, v. 15, p.149-154, 1983.

SNOW, D.H.; HARRIS, R.C.; MACDONAL, I.A. Effects or high intensity exercise on plasma catecholamines in the thoroughbred horse. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 24. p. 462-464, 1992.

TAYLOR, L.E.; FERRANTE, P.L.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprints. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 18, Suppl. 326-330, 1995.

THRALL, M.A.; M.A.; BAKER, D.C; DENICOLA, D.; LASSEN, D. Fluid and electrolyte metabolism. In: **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2004. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkis, p. 329-353.

THORNTON, J. R. Hormonal responses to exercise and training **Veterinary Clinics of the North American: Equine Practice**, Orlando, v. 1, p. 477-496, 1985.

TOLEDO, S.P.; JÚNIOR, D.M.; FERNANDES, R.W.; MAGONE, M. Serum activities of aspartate aminotransferase, creatine kinase, gamma glutamyltransferase, lactato dehydrogenase and glycaemia in thoroughbred horses submitted to exercise of different intensities. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, São Paulo, v. 8, p. 73-77, 2001.

TRINDER, P. Methods of clinical chemistry. **Annals of Clinical Biochemistry**. London, v.6, p.1-20, 1969.

TYLER-McGOMAN, M.C.; GOLLAND, L.C.; EVANS, D.L. Hematological and biochemical responses to training and overtraining. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 30, Suppl. p.621-625, 1999.

WAGNER, P.; ERICKSON, B. K.; KUBO, K.; HIRAGA, A.; KAI, M. Maximum oxygen transport and utilization before and after splenectomy. **Equine Veterinary Journal**, New Market, 18, Suppl., p. 82-89, 1995.

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

CAPÍTULO 3. COMPORTAMENTO DE VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE EQÜINOS DA RAÇA PURO SANGUE ÁRABE DETERMINADAS DURANTE PROVA DE ENDURO DE 60 km SUBMETIDOS A 90 DIAS DE TREINAMENTO.

RESUMO

Estudaram-se os efeitos do exercício de longa duração e baixa intensidade sobre as variáveis hematológicas e bioquímicas de eqüinos da raça Puro Sangue Árabe (PSA) após período de treinamento de 90 dias a campo. Foram utilizados oito eqüinos, submetidos à prova de enduro eqüestre de 60 km. Coletou-se 20 mL de sangue nos seguintes momentos: M₀, antes do início da prova; M₁, imediatamente na chegada do primeiro anel; M₂, imediatamente na chegada do segundo anel; M₃, imediatamente na chegada do terceiro anel; M₄, 15 minutos após a chegada; M₅, 60 minutos após a chegada; M₆, 360 minutos após o término do exercício. Foram feitas as avaliações hematológicas (He, Ht, Hb, VCM, CHCM, leucócitos totais, neutrófilos, linfócitos) e bioquímicas (concentrações plasmáticas de glicose, insulina, cortisol, PT e séricas de triacilglicerol, colesterol, AGL, Na⁺, K⁺, Cl⁻ e Ca²⁺). Os resultados mostram que houve diferença significativa para a contagem de He, Ht, Hb, CHCM, leucócitos totais, neutrófilos e proteína total, mostrando aumento gradativo durante as diferentes etapas da prova. A glicemia manteve-se constante em todas as etapas na fase de exercício, elevando-se significamente na fase de desaquecimento. Os teores de triacilglicerol, AGL e cortisol demonstraram diferença (P≤0,05) e aumento gradativo durante as diferentes etapas da prova. A insulinemia diminuiu significativamente durante o exercício. Observou-se diferença significativa para o Na⁺, K⁺, Cl⁻ e Ca²⁺ durante os diferentes momentos de colheita. Concluiu-se que o efeito do treinamento após 90 dias induziu as adaptações hematológicas, metabólicas e eletrolíticas necessárias para a realização de um enduro de regularidade de 60 km.

Palavras-Chave: enduro, sangue, perfil bioquímico, eqüinos, puro sangue árabe.

1. INTRODUÇÃO

A palavra enduro é uma abreviação de *endurance*, substantivo inglês que significa resistência (MUÑOZ et al., 2002). O enduro eqüestre é uma modalidade esportiva originária do turismo eqüestre, onde cavalo e cavaleiro percorrem trilhas de longas distâncias com obstáculos naturais demarcadas em um tempo pré-determinado ou em velocidade livre, porém de modo que as condições físicas do animal não sejam prejudicadas (COENEN, 2005). O enduro tem como premissa básica a saúde e as boas condições físicas do cavalo, fator determinante e prioritário para a participação em competições (BERGUERO et al., 2005).

Muitos parâmetros hematológicos e metabólicos variam durante o esforço prolongado, e algumas destas variações podem alterar o desempenho atlético do cavalo (HOFFMAN et al., 2002). O exercício apresenta diversos efeitos sobre o hemograma na dependência da intensidade do esforço, resultando geralmente na mobilização esplênica de eritrócitos e aumento da capacidade de transporte de oxigênio. Esta mobilização esplênica ocorre sob influência de catecolaminas, e tanto a intensidade quanto a duração do esforço são importantes na determinação da magnitude desta resposta (FELDMAN et al., 2000).

As principais reservas energéticas do organismo são constituídas pelo glicogênio hepático e muscular e pelo triacilglicerol do tecido adiposo. Os estoques intracelulares de nutrientes ocorrem na forma de glicogênio e triglicerídeos, 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 (CASTEJON et al., 1994).

GORDON et al. (2006) observaram que o exercício físico promove aumento da concentração de AGL no sangue, em decorrência da mobilização das reservas corporais, disponibilizando assim os lipídios para serem utilizados como fonte de energia. Além disso, a mobilização de AGL nos eqüinos está mais relacionada à duração do exercício do que à sua intensidade.

O comprometimento metabólico depende do tipo de exercício desempenhado pelo cavalo. Em eqüinos que percorrem distâncias inferiores a

1000 metros, 60% do fornecimento de energia originam-se de vias anaeróbicas, enquanto que 40% são provenientes da via aeróbica (BOFFI, 2006). ROSE (1986) relatou que à medida que aumentam as distâncias percorridas nas provas de enduro, aproximadamente 80% da energia utilizada é gerada pela via aeróbica e 20% pela via anaeróbica. Assim, conclui-se que quanto maior a distância percorrida, maior será o consumo de energia produzida pela via oxidativa.

Perdas marcantes de água, sódio, cloro, potássio e cálcio ionizado ocorrem no plasma e compartimentos extracelulares durante o exercício prolongado. O esforço de enduro se caracteriza por levar o animal à considerável desidratação devido a sua prolongada duração. Essa desidratação é causada pela necessidade de dissipar calor, feita através do suor, no processo evaporativo de resfriamento, levando à concomitante perda de volume plasmático e hemoconcentração (INOUE et al., 2005).

Do ponto de vista fisiológico, o enduro deve ser dirigido com um correto conhecimento do metabolismo do animal. Ele envolve a participação de todos os processos funcionais decorrentes da atividade física, exigindo do cavalo atleta equilíbrio físico e mental ao aproveitar-se do potencial esportivo de cada indivíduo, postergando desta forma as manifestações de fadiga (PRINCE et al., 2001).

O médico veterinário tem ganhado importante espaço nesta modalidade esportiva, na qual é responsável pela realização do exame clínico rigoroso dos eqüinos em postos de controle obrigatórios denominados "vet-check". Os animais que não apresentam condições clínicas satisfatórias são eliminados, prosseguindo apenas aqueles que se apresentam hígidos.

Desta maneira, o propósito deste estudo foi avaliar o condicionamento físico dos eqüinos depois de passarem por um período de 90 dias de treinamento a campo e posterior realização de prova de enduro de 60 km de distância, sendo avaliados parâmetros hematológicos, bioquímicos, endócrinos e eletrolíticos antes, durante e depois da prova.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Animais

Foram utilizados 8 eqüinos da raça Puro Sangue Árabe (PSA), dois machos e seis fêmeas adultos, com peso corpóreo médio \pm erro padrão da média (EPM.) de $374 \pm 16,2$ kg e idade média de $7,4 \pm 2,3$ anos, alojados no setor de Eqüinocultura e pertencentes ao rebanho experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal. Os animais foram mantidos em piquetes de Tifton (*Cynodon sp*) e receberam concentrado comercial (*Omolene*[®] *Atleta*).

2.2. Treinamento

O treinamento foi realizado totalmente em trilha, com os eqüinos montados, preferencialmente no fim da tarde. Os animais realizaram três sessões semanais de exercício, com duração de 45 minutos à velocidade média de 60% do V_4 obtida após realização do ET. Antes de cada sessão, os animais foram submetidos a um período de aquecimento de 10 minutos ao passo, com igual tempo de desaquecimento após o exercício ao passo. Uma vez determinadas as velocidades médias do treinamento (nos primeiros 45 dias foi de 13,4km/h e nos seguintes 45 dias, 15,4km/h), foram demarcados percursos com a distância a ser percorrida em 45 minutos, monitorando-se então o tempo durante o exercício.

2.3. Prova de Enduro

Ao final do período de treinamento de 90 dias a campo, foi realizada uma prova de regularidade similar às competições oficiais de enduro eqüestre pelas trilhas da FCAV/UNESP, Jaboticabal. As medições de temperatura ambiente mínima e máxima durante o teste de longa distância foram, respectivamente, 22,7°C e 24,9°C; as umidades do ar mínima e máxima foram 69,1% e 78,3%. Os eqüinos percorreram um trajeto de aproximadamente 60 km de distância, com velocidade média de 12 km/h divididos em três anéis, assim distribuídos: primeiro anel de 30,9 km; segundo anel de 17,5 km e terceiro anel de 12,0 km.

Entre cada anel, os animais tinham um período de descanso com acesso à água e capim, e foram submetidos a resfriamento com água pela equipe de apoio. Em seguida os animais foram submetidos ao exame veterinário para avaliação da higidez.

2.4. Avaliação Veterinária

Antes da largada, logo após a conclusão de cada anel e ao final da prova, foi realizada a inspeção veterinária (“vet-check”) que consistiu no exame físico completo de cada animal. O exame físico se iniciou quando o animal foi apresentado para aferição da frequência cardíaca. Nessa aferição, considerou-se apto a continuar na prova o cavalo cuja frequência cardíaca não ultrapassou 60 batimentos/minuto. Em seguida, o animal foi conduzido para o exame físico completo que consistiu na observação da coloração de mucosas, tempo de perfusão capilar, movimentos intestinais, grau de hidratação, sensibilidade tendínea e muscular e frequência respiratória, bem como estado geral. Na seqüência, passou por avaliação do andamento na qual foi conduzido ao trote por 40 metros, observando-se a qualidade do movimento com a presença ou não de claudicação. O animal cumpriu um período total de descanso obrigatório de 30 minutos antes de continuar a prova.

2.5. Momentos de Colheita de Sangue

As amostras de sangue foram colhidas nos seguintes momentos: M_0 , (antes do início da prova - basal); M_1 , imediatamente na chegada do primeiro anel; M_2 , imediatamente na chegada do segundo anel; M_3 , imediatamente na chegada do terceiro anel; M_4 , 15 minutos após a chegada; M_5 , 60 minutos após a chegada; M_6 , 360 minutos após término do exercício, determinando-se M_4 , M_5 e M_6 como período de recuperação dos eqüinos após o término do enduro.

2.6. Amostras de Sangue

Em cada momento de colheita (M_0 ; M_1 ; M_2 ; M_3 ; M_4 ; M_5 ; M_6), foram obtidos 20 mL de sangue total, acondicionados em tubos de ensaio com pressão negativa²², distribuídos da seguinte forma: 5 mL depositados em tubos contendo anticoagulante²³ (ácido etilenodiaminotetracético – EDTA) para análises hematológicas e teor plasmático de proteína total; 5 mL depositados em tubos sem anticoagulante²⁴ para análises de triacilglicerol, colesterol e eletrólitos; 5 mL depositados em tubos com fluoreto de sódio + EDTA²⁵ para análise de glicose; 5 mL depositados em tubos com heparina sódica²⁶ para análise de insulina e cortisol. Imediatamente, todas as amostras foram colocadas sobre refrigeração a 4°C e levadas ao laboratório para as respectivas análises.

2.7. Análises Laboratoriais

As amostras de sangue foram analisadas no Laboratório de Pesquisa do Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária da FCAV/UNESP, campus de Jaboticabal, onde se realizaram as contagens globais de hemácias, concentração de hemoglobina, determinação do hematócrito, realização dos cálculos dos índices hematimétricos tais como volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM). Igualmente foram realizadas contagens globais e diferenciais de leucócitos, assim como determinadas as concentrações plasmáticas de proteína total, glicose, insulina e cortisol e as concentrações séricas de triacilglicerol, AGL, colesterol total, e eletrólitos (sódio, potássio, cloro e cálcio ionizado).

²² Tubos 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo – SP. Brasil.

²³ Tubos EDTA, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

²⁴ Tubos 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo – SP. Brasil.

²⁵ Tubos, fluoreto de sódio+ EDTA, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

²⁶ Tubos, heparina sódica, 5,0 mL Vacuteiner BD®, BD – Brasil - Rua Alexandre Dumas, 1976 Chácara Santo Antonio, São Paulo - SP. Brasil.

2.7.1. Hemograma

As contagens globais de hemácias e leucócitos totais foram feitas empregando-se um diluidor²⁷ e contador²⁸ automáticos. O hematócrito foi realizado pelo método do microhematócrito (GOLDENFARB et al., 1971) e a concentração de hemoglobina foi determinada pela metodologia colorimétrica²⁹ do cianeto de hemoglobina (HiCN)³⁰. Os valores do VCM e CHCM foram calculados de acordo com as indicações de FELDMAN et al., (2000). Realizaram-se esfregaços de sangue em lâmina, os quais foram corados pelo método de Rosenfeld. Posteriormente, foi feita a contagem diferencial das células leucocitárias (neutrófilos segmentados e linfócitos). A concentração de proteína total foi determinada por refratometria³¹.

2.7.2. Perfil Bioquímico

2.7.2.1. Glicose

O volume de 5 mL de sangue foi imediatamente submetido à centrifugação (2000g/10min) obtendo-se 2 mL do plasma, que foram processados de modo cinético³² pelo método de TRINDER (1969) no analisador semi-automático³³.

2.7.2.2. Insulina e Cortisol

O volume de 5 mL foi imediatamente centrifugado sobre refrigeração³⁴ (9000g/10 min) obtendo-se 1 mL do plasma para congelamento à -20°C. Para dosagem do cortisol e da insulina plasmáticos, empregou-se kit comercial radioimunoensaio em fase sólida³⁵.

²⁷ CELM - Cia. Equipadora de Laboratórios Modernos - Alameda Amazonas, 764 - Alphaville - Barueri - SP. Brasil.

²⁸ D.C. 510, CELM® - Equipadora de Laboratórios Modernos - Alameda Amazonas, 764 - Alphaville - Barueri - SP. Brasil.

²⁹ Analisador bioquímica semi automatico Labquest (Bio 2000), Barueri, SP. Brasil.

³⁰ Kit Labtest®, Lagoa Santa, MG, Brasil.

³¹ Refratômetro Atago T2-NE Clinical.

³² Glistab® (Labtest Cat 29), ®, Lagoa Santa, MG, Brasil.

³³ Analisador bioquímica semi automatico Labquest (Bio 2000), Barueri, SP. Brasil.

³⁴ ALC - Multispeed refrigerated centrifug PK121R, New Jersey, EUA.

³⁵ DPC (Coat-a-count) - Diagnostic Products Corp., Los Angeles, California, EUA.

2.7.2.3. Triacilglicerol e Colesterol Total

O volume de 5 mL foi imediatamente submetido à centrifugação (2000g/10 min) obtendo-se 2 mL do soro. Depois disso, foram feitas as análises pelo método de TRINDER (1969) com reação enzimática de ponto final³⁶.

2.7.2.4. Ácidos Graxos Livres

O volume de 1 mL de soro foi utilizado para determinar a concentração de AGL por meio de kit comercial³⁷ pelo método de JOHNSON & PETERS (1993). Posteriormente, foi realizada a leitura em aparelho de placas para ELISA³⁸.

2.7.2.5. Eletrólitos

Obteve-se 1 mL do soro após centrifugação (2000g/10min) para determinar as concentrações séricas de sódio, potássio e cálcio ionizado, realizadas pelo método de íons seletivo³⁹, e o cloro pela determinação de modo colorimétrico de ponto final⁴⁰.

2.8. Análise Estatística

Para tabulação dos dados, utilizou-se o programa EXCEL[®] do Windows e as curvas obtidas para cada figura foram processadas pelo programa Sigma Plot[®] (versão 2000). Os valores obtidos estão apresentados como média \pm erro padrão da média, os quais foram submetidos à análise estatística pelo programa computacional SAS (*Statistical Analysis System*). Posteriormente, foi realizada análise de variância (ANOVA) num delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas. As comparações das médias obtidas para as diferentes variáveis hematológicas, bioquímicas e eletrolíticas foram realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($P \leq 0,05$).

³⁶ Kit Labtest ®, Lagoa Santa, MG, Brasil, Analisador bioquímica semi automático Labquest (Bio 2000), Barueri, SP, Brasil.

³⁷ Wako NEFA C test kit. Wako Chemicals USA, Inc.

³⁸ Multiscan Ascent-Labsystem Rec. Tech. Helsinki, Finlândia.

³⁹ Seletor de íons Iselab-Drake. Iselab, São José do Rio Preto, SP, Brasil.

⁴⁰ Kit Labtest ®, Lagoa Santa, MG, Brasil, Analisador bioquímica semi automático Labquest (Bio 2000), Barueri, SP, Brasil.

3. RESULTADOS

3.1. Avaliação Hematológica

Os valores médios obtidos para as variáveis hematológicas e concentração plasmática de proteína total durante a prova de 60 km de distância estão apresentados na Tabela 3.1 (Apêndice).

A contagem de hemácias, hematócrito, concentração de hemoglobina, e proteína total, estão apresentadas na Figuras 3.1; 3.2; 3.3 e 3.4 respectivamente. Estas variáveis apresentaram significância ($P \leq 0.05$) e comportamento similar durante a prova, mostrando aumento gradativo durante as diferentes etapas do esforço, com concentrações maiores na chegada do terceiro anel (M_3). Posteriormente após de 15 minutos de recuperação houve diminuição dos valores médios destas variáveis. Durante o período de recuperação observou-se tendência ao aumento para hemácias e Ht. Os valores plasmáticos para proteína total e concentração de hemoglobina se mantiveram constantes depois de seis horas de recuperação, não retornando aos valores iniciais.

Notou-se diferença estatística para CHCM durante a prova de enduro, apresentando valores mais significativos ao final do primeiro anel (M_1). Posteriormente houve diminuição durante o percurso e ao final do período de recuperação, os valores retornaram ao basal (Figura 3.5).

Os valores referentes à contagem total de leucócitos (Figura 6) e neutrófilos segmentados (Figura 3.7) revelaram comportamento semelhante e aumento gradativamente significativo durante a prova. Os valores destas variáveis aumentaram durante o percurso até o final do terceiro anel (M_3). Após 15 minutos da chegada dos eqüinos, observou-se leve diminuição e logo no período de descanso os respectivos valores foram aumentando consideravelmente ultrapassando inclusive os valores máximos obtidos durante a prova.

Os linfócitos revelaram diferenças estatísticas durante a prova (Figura 8), diminuindo seus valores em M_1 , M_2 , M_3 , M_4 e nos primeiros 15 minutos de repouso dos animais. Posteriormente, houve aumento na fase de recuperação não retornando aos valores basais.

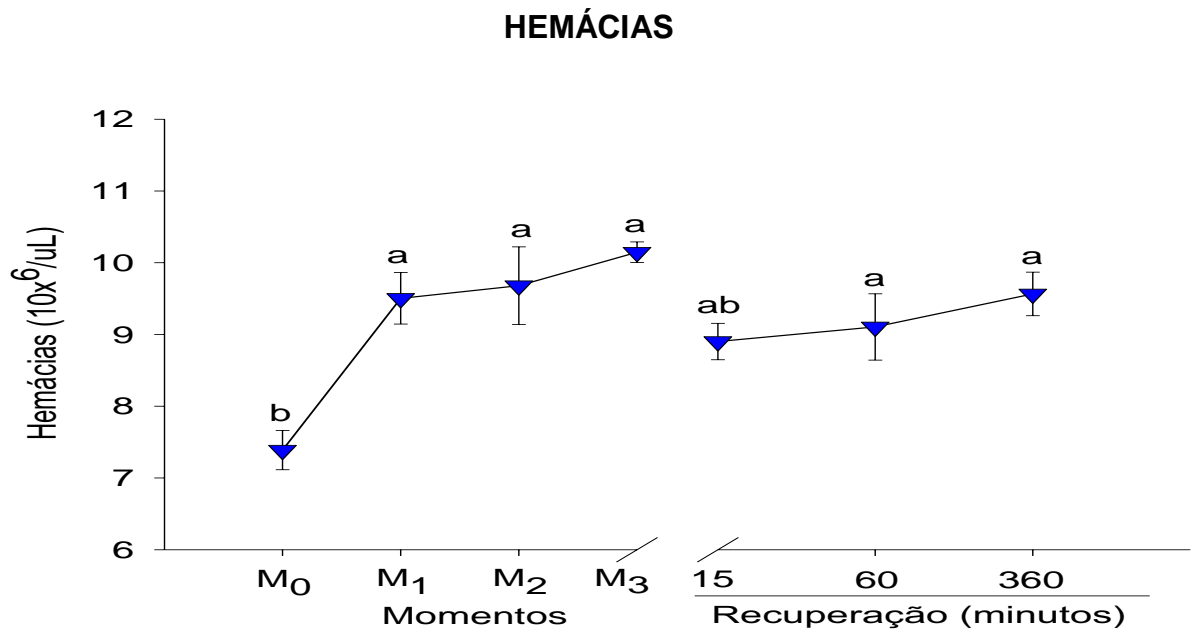


Figura 3.1. Representação gráfica da contagem eritrocitária ($\times 10^6/uL$) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

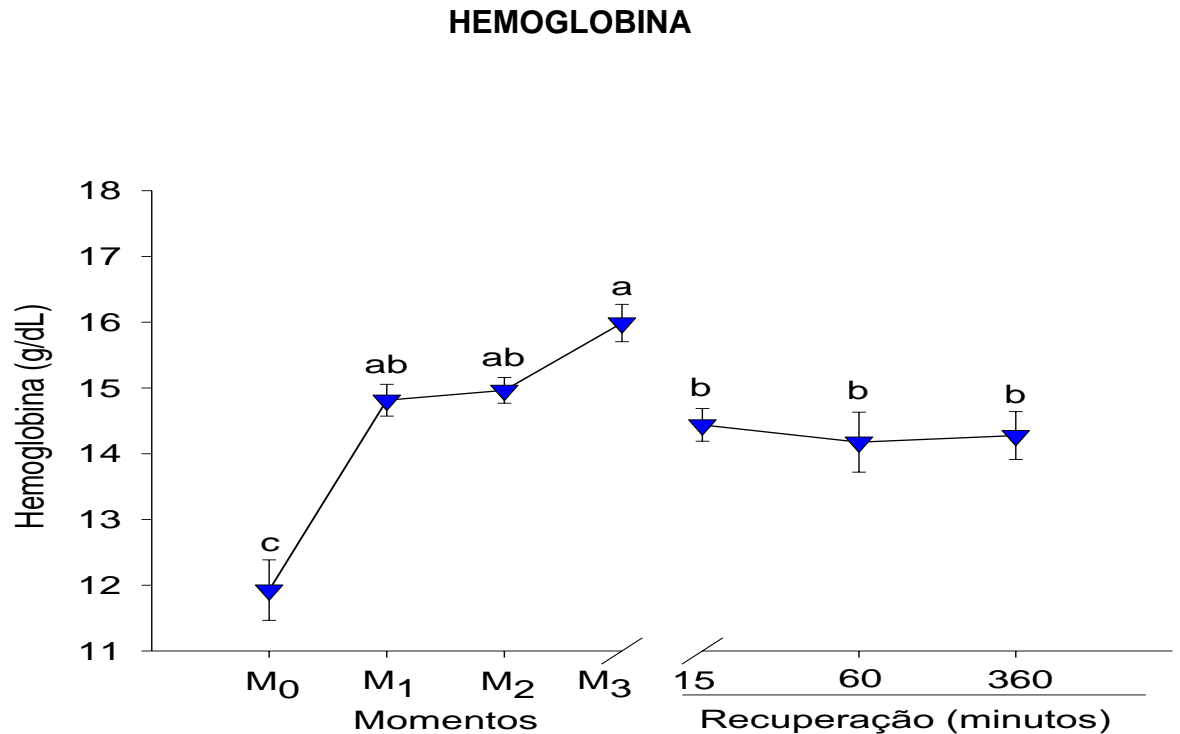


Figura 3.2. Representação gráfica da concentração de hemoglobina (g/dL) antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

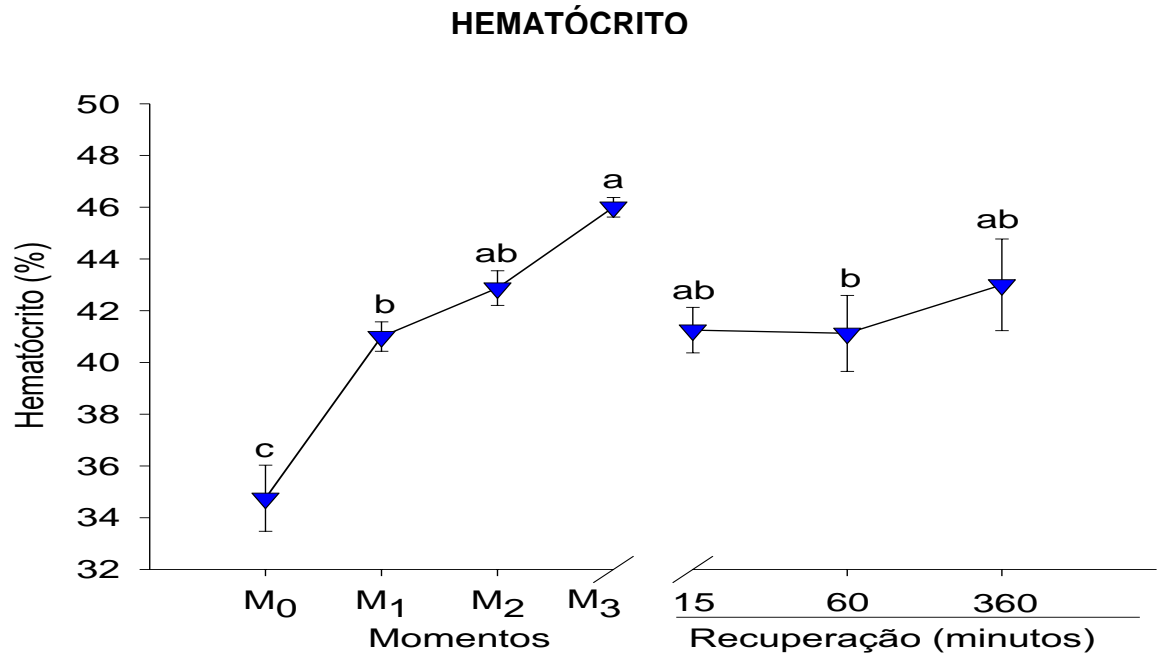


Figura 3.3. Representação gráfica do Hematócrito (%) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P≤0,05).

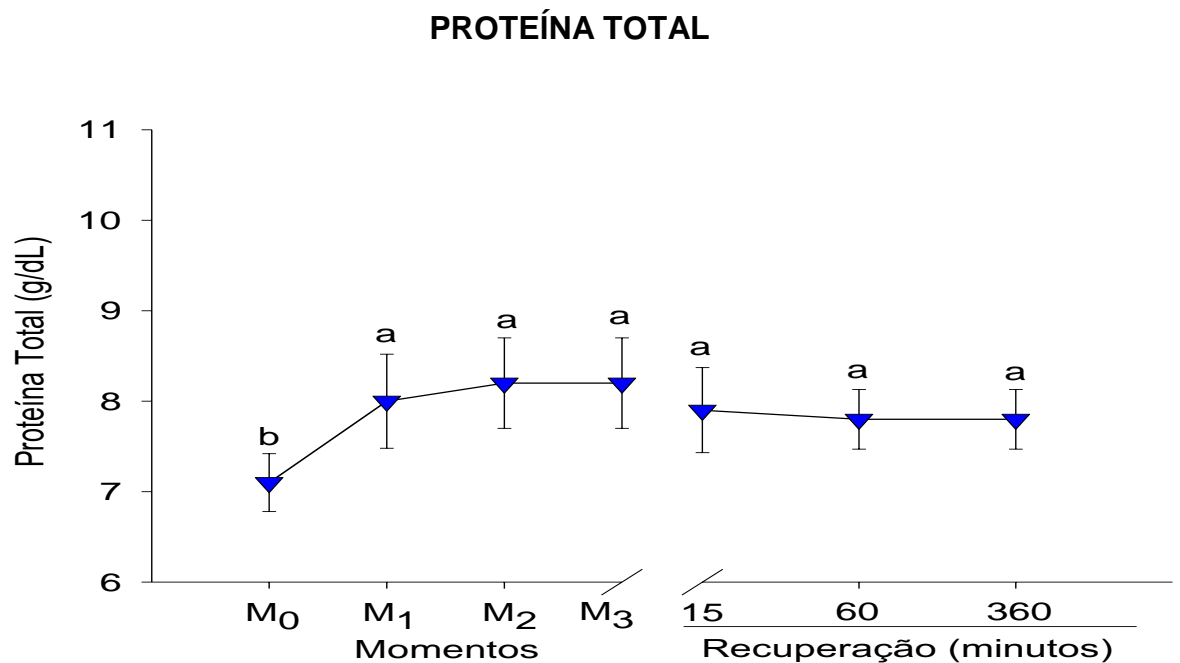


Figura 3.4. Representação gráfica da concentração plasmática de proteína total (g/dL) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P≤0,05).

CONCENTRAÇÃO DE HEMOGLOBINA CORPUSCULAR MÉDIA

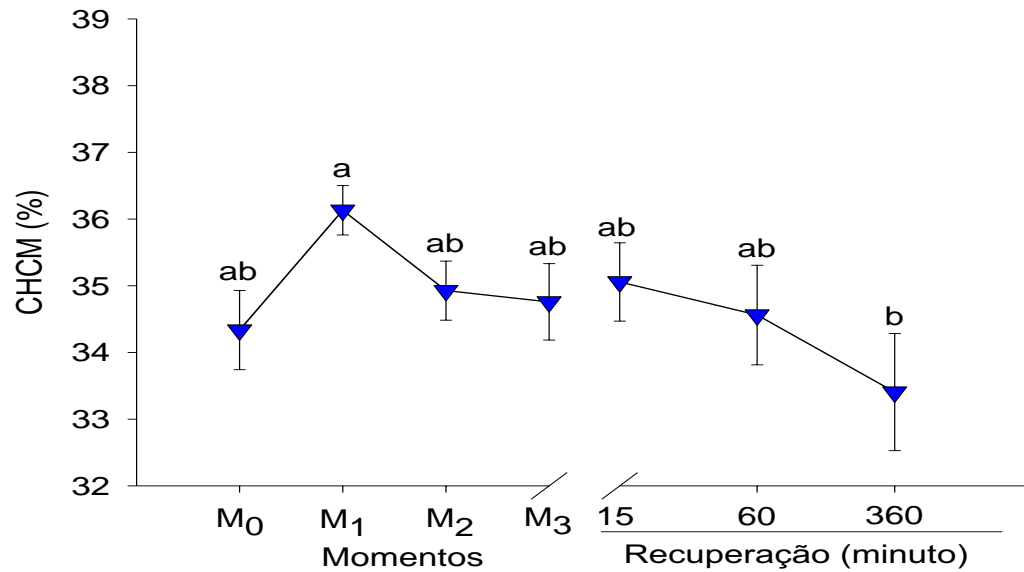


Figura 3.5. Representação gráfica da concentração de hemoglobina corpuscular média (%) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P≤0,05).

LEUCÓCITOS TOTAIS

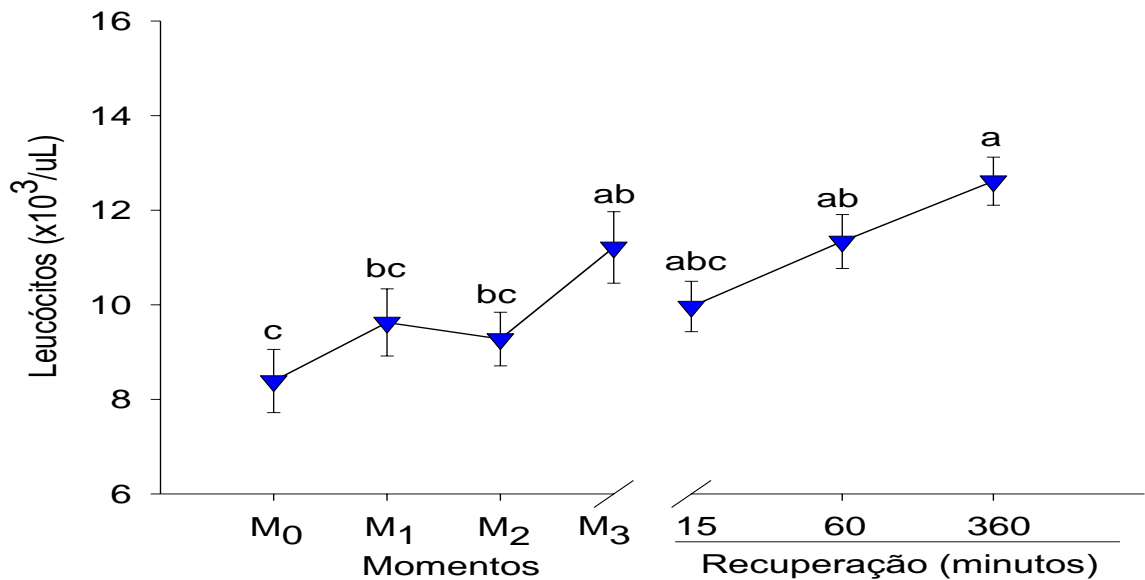


Figura 3.6. Representação gráfica da contagem de leucócitos totais (x10³/uL) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P≤0,05).

NEUTRÓFILOS SEGMENTADOS

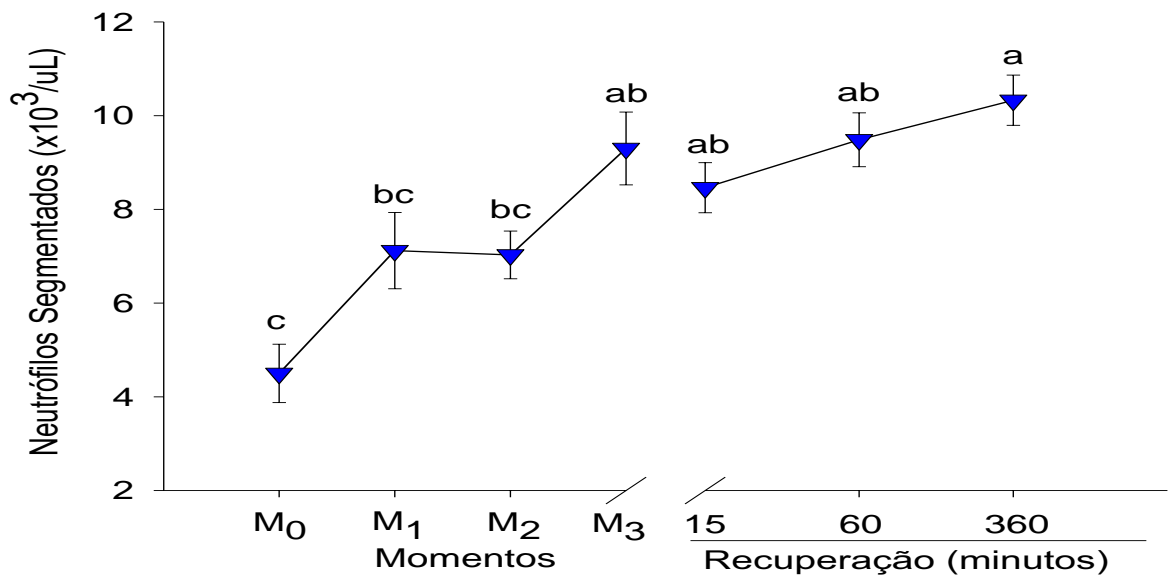


Figura 3.7. Representação gráfica da contagem de neutrófilos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

LINFÓCITOS

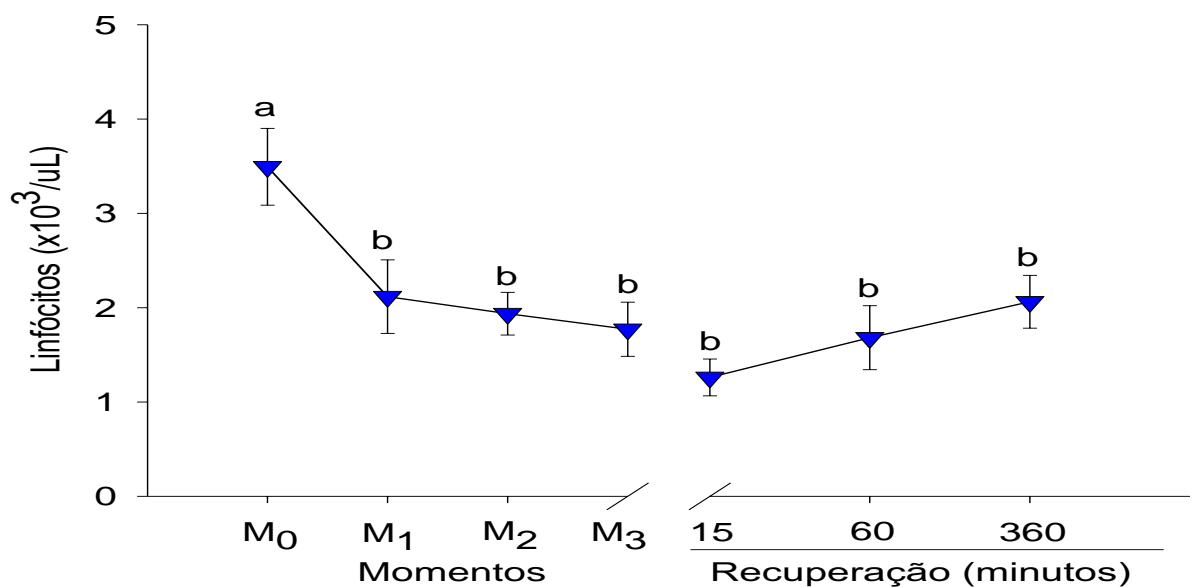


Figura 3.8. Representação gráfica da contagem de linfócitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

3.2. Avaliação Bioquímica

Os resultados obtidos para as concentrações plasmáticas de glicose, insulina, cortisol e as concentrações séricas de triacilglicerol, colesterol total e ácidos graxos livres, analisados durante a prova de 60 km de distância e após período de recuperação, estão demonstrados na Tabela 3.1.

A Figura 3.9 revela a curva dos valores obtidos da concentração plasmática de glicose, onde se percebe aumento na chegada do primeiro anel (M_1). Posteriormente, durante o transcurso da prova no M_2 , M_3 , M_4 e 15 minutos depois de terminada a prova, os valores foram decrescendo. Finalmente, durante o período de recuperação, foi evidenciado um aumento significativo da glicemia, atingindo valores maiores no final do período de repouso ultrapassando todos os valores durante o exercício.

A Figura 3.10 se refere à curva obtida para a concentração plasmática de insulina, onde se revelou diminuição significativa ($P \leq 0,05$) logo depois do início da prova, com diminuição gradativa ao final do segundo anel. Ao final da prova, durante a fase de recuperação, foi observado que após seis horas de recuperação, os valores não retornaram ao basal.

Os valores referentes às concentrações de cortisol (Figura 3.11) revelaram diferença estatística com aumento significativo em M_1 , M_2 , M_3 obtendo-se os valores maiores neste último. Depois de ter percorrido 60 km de distância, foi notado decréscimo uma vez terminada a prova. Após seis horas de monitoramento no período de recuperação, os valores diminuíram sendo inferiores aos registrados antes da prova

Os valores referentes à concentração de triacilglicerol (Figura 3.12) revelaram significância ($P \leq 0,05$) com aumento gradativo, apresentando o valor máximo no M_3 e conseqüente decréscimo das concentrações de triacilglicerol uma vez finalizada a prova, retornando aos valores iniciais.

Pode-se observar que não houve diferença significativa na concentração plasmática de colesterol total durante os momentos de colheita (Tabela 3.2), embora os valores estivessem aumentando durante os três anéis da prova, mantendo-se estáveis no repouso, não retornando aos valores basais.

A concentração dos ácidos graxos livres evidenciou diferença significativa ao decorrer da prova com relação ao basal e os valores numéricos foram

aumentando à medida que se incrementava a exigência do esforço físico (Figura 3.13), apresentando valores maiores ao final do terceiro anel da prova. No período de recuperação observou-se diminuição gradativa dos AGL ao retornarem aos valores basais após fim da recuperação.

GLICOSE

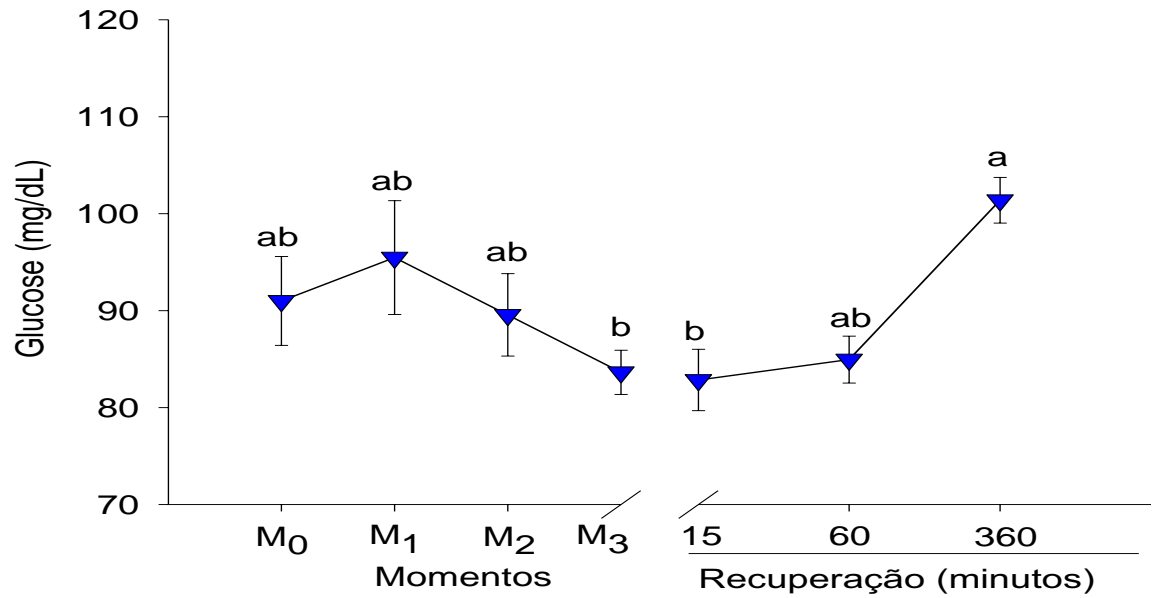


Figura 3.9. Representação gráfica da Concentração plasmática de glicose (mg/dL) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P<0,05).

INSULINA

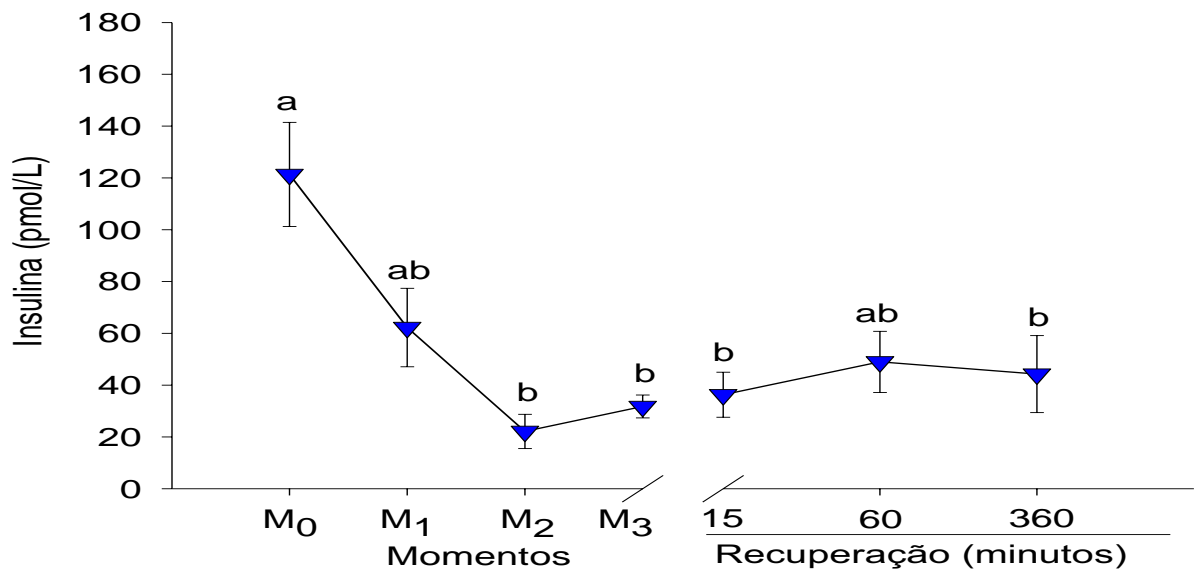


Figura 3.10. Representação gráfica da concentração plasmática de insulina (pmol/L) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de

distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

CORTISOL

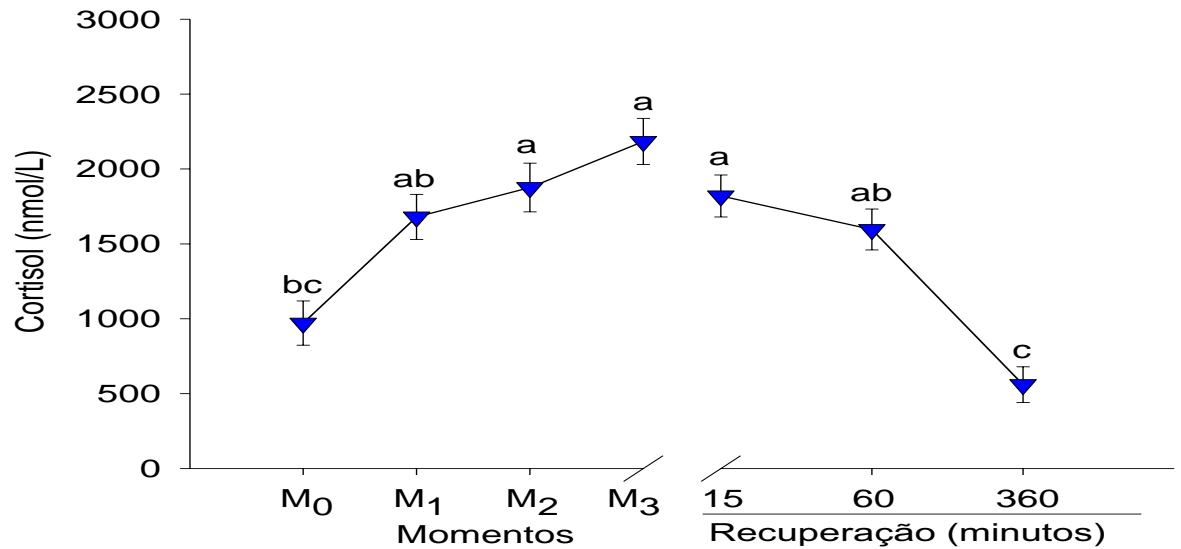


Figura 3.11. Representação gráfica da concentração plasmática de cortisol (nmol/L) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

TRIACILGLICEROL

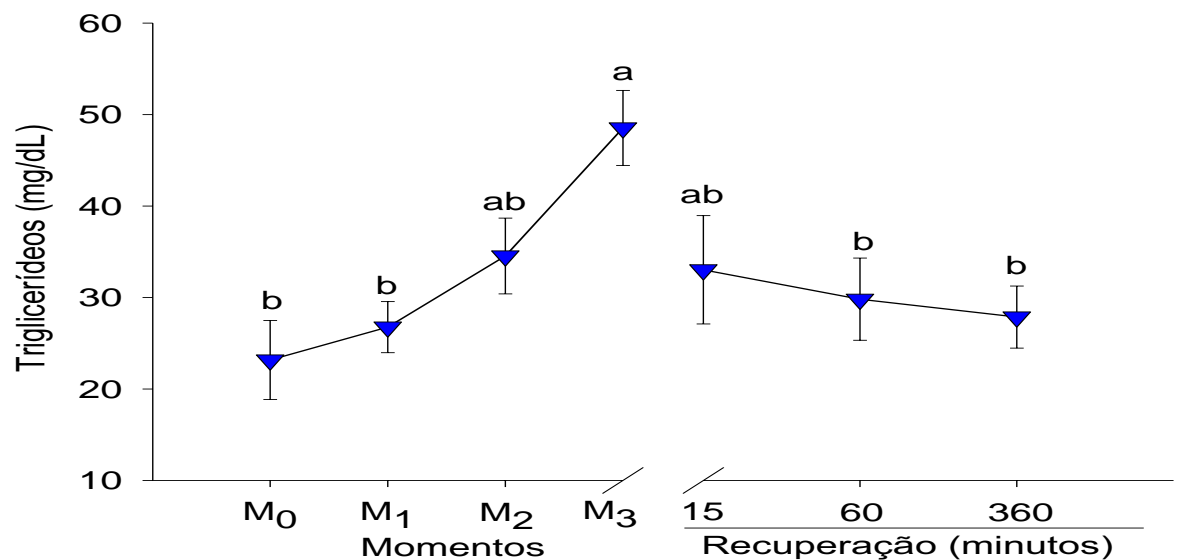


Figura 3.12. Representação gráfica da concentração sérica de triacilglicerol (mg/dL) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

ÁCIDOS GRAXOS LIVRES

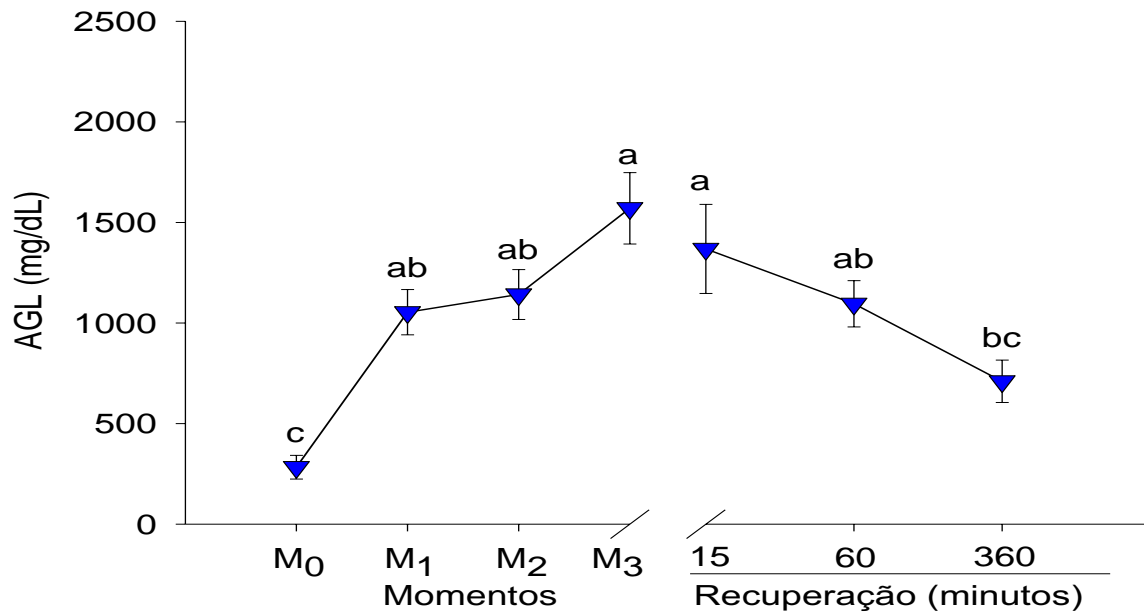


Figura 3.13. Representação gráfica da concentração sérica de ácidos graxos livres (mg/dL) antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores médios seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

3.3. Avaliação de Eletrólitos

Os resultados dos valores médios obtidos para as concentrações séricas de sódio, potássio, cloro e cálcio ionizado durante a prova de 60 km de distância e após período de recuperação, estão apresentados na Tabela 3.3.

Os dados referentes aos valores obtidos para o sódio (Figura 3.14A) apresentaram diferença significativa. Observou-se aumento nas concentrações de sódio ao final do primeiro e segundo anel, embora as médias diminuíssem aos 60 e 360 minutos de recuperação atingindo valores abaixo do basal.

Quanto aos valores da concentração de potássio, observou-se diferença significativa e uma tendência à diminuição durante o decorrer da prova, como é observado na Figura 3.14B. Uma vez terminada a prova os valores do potássio continuaram diminuindo, obtendo-se o valor menor uma hora após da prova.

Depois de seis horas de repouso evidenciou-se aumento, embora não fosse suficiente para retornar aos valores iniciais.

O comportamento das concentrações de cloro nos diferentes momentos analisados foi indiretamente proporcional ao desenvolvimento do esforço físico. A Figura 3.14C ilustra diminuição dos valores do cloro durante toda a prova, até nos primeiros 15 minutos da chegada. Observou-se diferença estatística no M_2 , M_3 e 15 e 60 minutos após da prova em relação ao basal. Posteriormente, durante a fase, de recuperação os valores apresentaram aumento, mas não foram suficientes para retornar aos valores basais.

Os valores referentes ao cálcio ionizado (Figura 3.14D) revelaram marcante diminuição significativa ($P \leq 0.05$) durante o percurso da prova de enduro, obtendo-se o valor menor no final do terceiro anel. Já no período de recuperação houve aumento aos 15 e 60 minutos após a chegada e finalmente decréscimo após 360 minutos da recuperação, não retornando aos valores basais.

ELETRÓLITOS

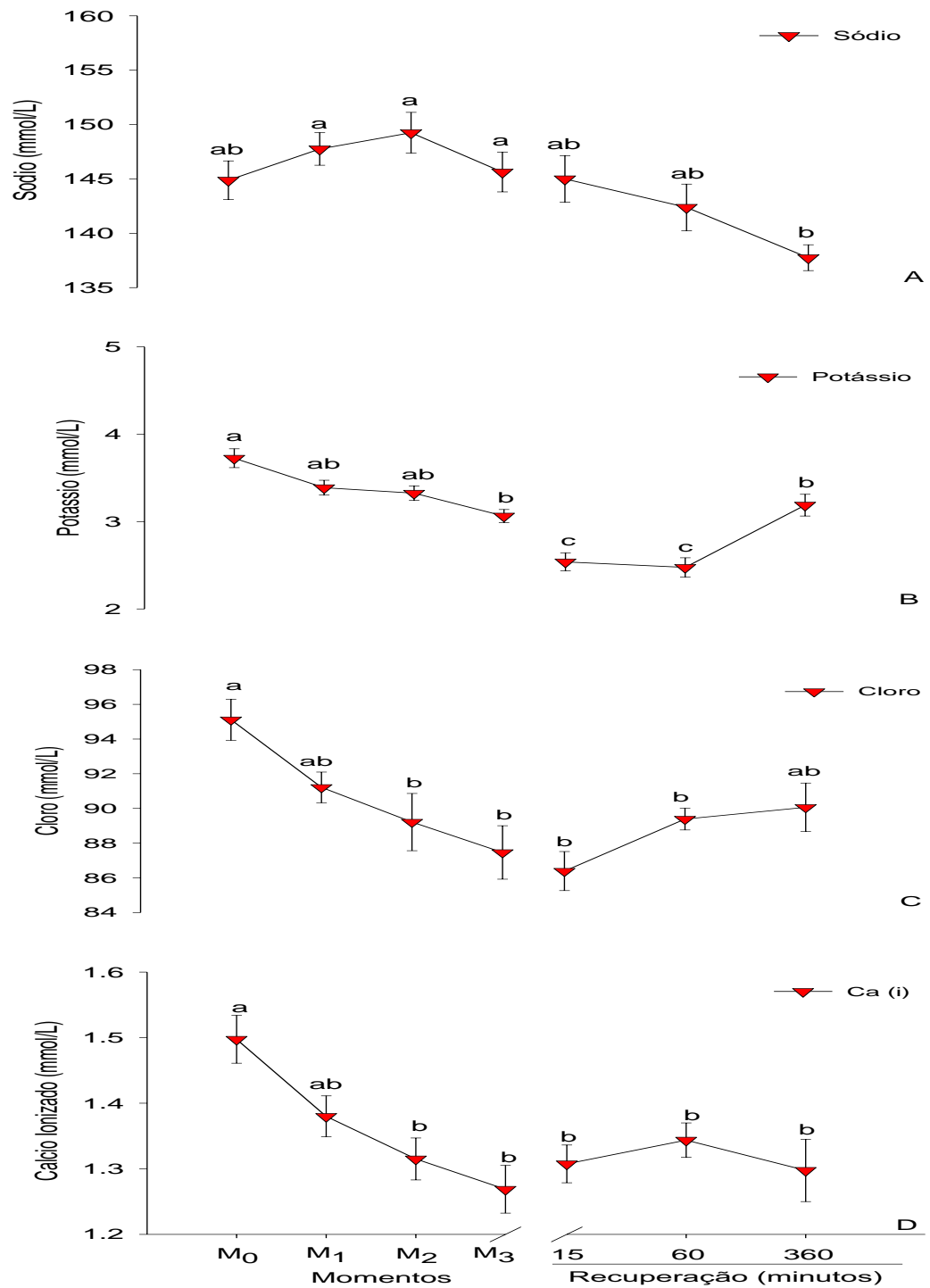


Figura 3.14. Representação gráfica da concentração séricas de eletrólitos: A, sódio; B, potássio; C, cloro; D, cálcio ionizado (mmol/L), antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância. Valores seguidos de letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey (P ≤ 0,05).

4. DISCUSSÃO

Durante o exercício prolongado, é observado incremento dos requerimentos metabólicos, induzindo alterações nas variáveis hematológicas, bioquímicas e hormonais, influenciando o desempenho atlético em eqüinos (JAHN et al., 1996; PELLEGRINI et al., 2000).

Elevações na contagem global de hemácias, hematócrito e concentração de hemoglobina foram observadas neste estudo de maneira proporcional à intensidade do esforço durante a prova de enduro, obtendo-se valores maiores depois do terceiro anel (M_3), como é indicado na Tabela 3.1. Este achado corrobora as pesquisas realizadas em provas de enduro por MARTINEZ et al. (2000); BARTON et al. (2003) e FOREMAN et al. (2004), os quais atribuíram este fato ao mecanismo α -adrenérgico que atua sobre as fibras musculares lisas do baço durante o exercício, que provoca contração esplênica, liberando grande quantidade de eritrócitos para a circulação sanguínea e aumentando a capacidade de transporte de oxigênio para os tecidos.

Concomitantemente, observou-se hemoconcentração como resultado do decréscimo do volume plasmático durante a prova de enduro e após término da mesma, corroborando os estudos de CARLSON (1983) e McKEEVER et al. (1993), que atribuem este efeito à sudorese intensa e perda de água pela hiperventilação pulmonar, condições climáticas, distância percorrida e condicionamento físico do atleta. Entretanto, durante o período de recuperação de seis horas, os valores médios de He, Ht e Hb não retornaram totalmente aos valores basais. A propósito destes resultados há diferentes autores ou achados encontrados por diferentes pesquisadores como o estudo de TEIXEIRA NETO (2006), que encontrou retorno dos valores normais de He, Ht e Hb somente 48 horas após provas de enduro de 70 e 100 km. Entretanto, FREITAS (2007) reportou o retorno aos valores normais para estas mesmas variáveis em eqüinos que simularam prova de enduro de 80 km em esteira rolante seis horas após. Tal efeito é relativo, já que não depende somente do condicionamento físico do eqüino, mas também de outros fatores como distância percorrida, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, além da intensidade.

A somatória destes fatores faz com que o organismo demore várias horas para repor as perdas de fluídos e retornar ao seu equilíbrio normal (SNOW et al., 1982).

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas para o VCM, notou-se decréscimo durante a prova, sendo este mais relevante depois do primeiro anel. Este fato concorda com o relatado por McCLAY et al. (1992), que observaram diminuição do VCM em cavalos puro sangue de corrida em consequência do esforço físico. Da mesma maneira foi relatado por RUBIO et al. (1995) achado semelhante em cavalos das raças Puro Sangue Árabe (PSA) e Puro Sangue Andaluz durante exercício de intensidade progressiva.

Os resultados obtidos para a CHCM foram semelhantes aos de REVINGTON et al. (1983) e MESSER et al. (1995); inferiores aos de SMITH et al. (1989) e superiores aos obtidos no estudo de STEEL et al. (1982). Estas mudanças apresentadas para a CHCM no eqüino atleta é muito variável na literatura consultada, porém as causas para tais diferenças não estão bem estabelecidas.

Observou-se leucocitose acompanhada de neutrofilia e leucopenia durante a realização da prova de 60 km. Tal resultado corrobora com as pesquisas realizadas por ROSE & HODGSON (1982) e GEOR & WEISS (1993), que relacionaram a leucocitose ao exercício prolongado, com neutrofilia e linfopenia. Adicionalmente, outros estudos referiram este fato à ação secundária das catecolaminas (adrenalina) durante o processo de contração esplênica e pela presença de glicocorticóides circulantes (LUCKE & HALL, 1980; McCLAY et al., 1992). Entretanto, PERSSON & BERGSTEN (1973) mostraram que a contagem de leucócitos retornou à normalidade 24 horas após a realização do esforço. No presente trabalho, tal fato não foi observado já que o período de recuperação de seis horas não foi suficiente para o retorno dos valores basais para leucócitos, neutrófilos e linfócitos. Concomitantemente, TEIXEIRA (2006) observou retorno dos valores de leucócitos totais apenas 72 horas após provas de enduro.

Segundo ANDREW et al. (1995), uma vez terminado o exercício prolongado de baixa intensidade, é evidente a presença de leucocitose com neutrofilia e linfopenia - fato que também foi observado nesta pesquisa. Além

disso, estes mesmos autores relataram que, quando a relação neutrófilos:linfócitos (N:L) atinge o valor máximo a 10:1 (N/L) com desvio à esquerda, há fatores indicadores de fadiga intensa, estresse e/ou excesso de treinamento.

Durante o exercício prolongado de baixa intensidade, a concentração plasmática de proteínas total aumenta (COYNE et al., 1990; SOMMARDAHL et al., 1994), fato também comprovado no presente trabalho. Entretanto, a despeito deste aumento, existem evidências de que o volume plasmático aumenta durante os estágios iniciais do esforço prolongado (NAYLOR et al., 1993). Estes mesmos autores notaram elevações no volume plasmático em cavalos desidratados após 40 minutos de esforço de baixa intensidade. Adicionalmente, PERSSON (1967); CARLSON (1983) e JAHN et al. (1996) observaram que o volume plasmático diminui em resposta às perdas substanciais de fluídos que ocorrem durante o esforço prolongado de enduro.

Estas perdas resultam em elevações na concentração de proteína plasmática total bem maiores do que as observadas em cavalos submetidos a esforço de curta duração, levando algum tempo para essa concentração se normalizar, após o exercício de enduro (KINGSTON, 2004). No presente experimento, a referida concentração não retornou aos valores basais após seis horas de recuperação. Por outro lado, TEIXEIRA NETO (2006) relatou retorno de PT aos valores basais 24 horas após provas de enduro. Por outro lado revelou-se que o aumento na concentração de proteína total ou decréscimo no volume plasmático é uma desvantagem durante esforços extenuantes (KRONFELD, 2001). Devido a sua contribuição para o transporte de oxigênio, estas alterações até certo ponto influenciam positivamente o desempenho, após o qual passam a ser limitantes (HOFFMAN et al., 2002).

OOSTERBAAN et al. (1991) descreveram aumento na concentração plasmática de glicose nos primeiros 30 a 60 km em provas de 80 a 100 km de distância. Posteriormente, as concentrações plasmáticas de glicose começaram a diminuir. O presente estudo corrobora estes dados, que revelou aumento numérico não significativo da glicemia aos 30,9 km iniciais (M_1), fato que também corrobora com MARTINEZ et al. (2000) e HYYPPÄ (2005), que atribuíram tal aumento inicial da glicose ao estímulo simpático relacionado à

atividade física, liberando catecolaminas que, por sua vez, promovem a glicogenólise muscular e hepática, aumento da lipólise no tecido adipócito e inibição da produção de insulina. Posteriormente, durante o decorrer da prova e do prolongamento do esforço físico, notou-se diminuição da glicemia concordando com os resultados reportados por SNOW et al. (1982) e ANDREW (1995), os quais relataram que tal efeito poderia ser explicado devido à liberação de cortisol que aumenta a taxa de gliconeogênese.

Os resultados apresentados na Figura 3.10 indicam evidente diminuição da insulinemia imediatamente após o início da prova, indicando uma resposta inversamente proporcional à intensidade do esforço, o que está de acordo com os resultados obtidos por GEOR et al. (2002) e GORDON et al. (2006). Tanto nos equinos, como na espécie humana, a diminuição das concentrações de insulina parecem ter um limiar, que se ativa quando o esforço físico ultrapassa acima de 50% da capacidade aeróbica máxima coincidindo com o aumento das catecolaminas responsáveis pela inibição da produção da insulina nas células- β do pâncreas (McKEEVER, 2002). Juntamente com a inibição da insulina, ocorre aumento do glucagon, estimulando a gliconeogênese e inibindo a glicogênese (WILMORE, 1994), mantendo as concentrações de glicose no sangue durante o exercício e retardando o início da fadiga.

Observando a Figura 3.11, notou-se aumento da concentração de cortisol no sangue à medida que aumentava a intensidade do esforço durante a prova de enduro. Este fato concorda com vários relatos de pesquisas em equinos durante diferentes atividades esportivas (HOROHOV et al., 1999; CALONI et al., 1999; CRANDELL et al., 1999). Este aumento da concentração de cortisol na circulação está diretamente relacionado à intensidade e duração do esforço (SNOW et al, 1981) aumentando a liberação de cortisol pelo córtex adrenal em resposta ao aumento do hormônio adrenocorticotrópico (ACTH) na glândula pituitária. Durante o exercício, o cortisol aumenta a gliconeogênese hepática, e promove a lipólise mobilizando os AGL, além de incrementar o catabolismo protéico. A somatória destas ações visa fornecer energia como combustível durante exercícios de longa duração e baixa intensidade (HYYPÄ, 2005).

Em relação à concentração de triacilglicerol, foi evidenciado aumento crescente na circulação durante a prova de enduro à medida que se

intensificou a exigência física, obtendo-se o valor maior no (M_3) como é apresentado na Figura 3.12. Tal fato concorda com FREITAS (2007), que observou aumento numérico nas concentrações de triacilglicerol ao final de prova de enduro de 80 km em eqüinos da raça PSA. Este aumento explica a importância dos triacilgliceróis no metabolismo energético, no qual sofrem um processo de catabolismo celular por ação da enzima lipase, devido a um estímulo direto das catecolaminas, originando glicerol que pode ser convertido em piruvato ou glicose no fígado e ácidos graxos livres (AGL), que são degradados no músculo para a obtenção de energia (BERGERO et al., 2005).

Aumentos crescentes nas concentrações de AGL foram observados nesta pesquisa imediatamente após início da prova, como é observado na Figura 3.13. Estes resultados confirmam o descrito por McMIKEN (1983); IRVINE (1987); HYYPPÄ (2005), que relataram que tanto em eqüinos como em humanos durante exercícios de longa duração e baixa intensidade, incrementa-se a mobilização de AGL. O estímulo simpático libera catecolaminas as quais, por sua vez, inibem a insulina no pâncreas, efeito que estimula a lipólise incrementando as concentrações de AGL na circulação para ser utilizado pelo músculo como importante fonte energética. Adicionalmente, ROSE et al. (1980) demonstraram incremento nas concentrações plasmáticas de AGL antes e após prova de enduro de 80 km, de 47 para 1254 mg/dL, respectivamente, indicando mobilização de AGL das reservas corporais, como fonte energética durante o exercício. Este fato corrobora com os resultados encontrados neste estudo, os quais apresentaram valores médios de 282 para 1570 mg/dL, antes e após a prova de enduro de 60 km, respectivamente.

Os resultados obtidos no presente estudo referentes à concentração sérica de Na^+ corroboram com os estudos realizados em eqüinos submetidos a provas de enduro por ECKER & LINDINGER (1995) e TEIXEIRA-NETO et al. (2004), que observaram relativa estabilidade na concentração de Na^+ , apesar de terem se referido também à ocorrência de grandes perdas hidroeletrolíticas associadas à sudorese intensa e diminuição significativa de massa corpórea. Porém, notou-se leve aumento numérico ao finalizar o primeiro e segundo anel, com posterior decréscimo na chegada do terceiro anel e durante o período de recuperação. Estes leves aumentos confirmam os relatos das

pesquisas realizadas por SCHOTT II et al. (1997) e FERNANDEZ et al. (2000) que reportaram nas fases iniciais de competições de longa duração, a ocorrência de elevação da concentração plasmática de Na^+ devido às perdas marcantes de fluidos por meio do suor. Adicionalmente, o Na^+ é o responsável por manter a osmolalidade sangüínea e, à medida que o exercício físico se prolonga, são desencadeados vários mecanismos neuroendócrinos como ativação do eixo renina-angiotensina-aldosterona e/ou da vasopressina, os quais visam manter as concentrações de Na^+ durante o exercício (HYYPÄ, 2005). Tal efeito poderia explicar o decréscimo da concentração de Na^+ do segundo anel de $149,25 \pm 1,86$ para $145,62 \pm 1,82$ no terceiro anel, como resposta do organismo para reter e manter a concentração de Na^+ .

Relativamente à concentração de K^+ , observou-se diminuição dos valores durante o decorrer da prova com relação ao basal, acentuando-se após 15 e 60 minutos de repouso (Figura 3.14B). Este fato foi igualmente encontrado em estudos realizados por ROSE et al. (1983); LACERDA-NETO & MARQUES (1999); BARTON et al. (2003), que atribuíram o decréscimo do K^+ durante provas de enduro ao aumento de perdas pelo suor, assim como ao aumento da excreção renal e, conseqüentemente, retenção renal de sódio. Adicionalmente, segundo LINDINGER & SJOGAARD (1991), a ingestão de grandes volumes de água no intervalo entre o final das competições de enduro e colheitas de sangue 30 minutos após induz maior diminuição de K^+ pelo aumento do volume sangüíneo. Este fato poderia explicar a diminuição significativa deste eletrólito nesta pesquisa durante os primeiros 60 minutos de recuperação.

Quanto ao íon Cl^- , SCHOTT II et al. (1997) observaram diminuição na concentração deste ânion em eqüinos que participaram de provas de enduro, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa (Figura 3.14C). Esta diminuição é evidente em cavalos que realizam exercícios de longa duração e curta intensidade (ROSE & LLOYD, 1992) já que o cloro é eliminado em concentrações elevadas no suor ocasionando perdas significativas, podendo ocasionar uma alcalose metabólica hipoclorêmica em provas muito longas e em condições climáticas desfavoráveis (MARTINEZ et al., 2000). Todavia, quando os cavalos desenvolvem exercícios de alta intensidade e curta

duração, o comportamento do Cl^- pode ser imprevisível, tendo sido registradas elevações (CARLSON, 1995; BALARIN, 2002) ou diminuições (FERRANTE et al., 1995; TAYLOR et al., 1995).

Relativamente ao comportamento das concentrações plasmáticas de Ca^{2+} durante o enduro observou-se decréscimo plasmático conforme aumento da distância percorrida e intensidade do esforço (Figura 3.14C). Estes resultados confirmam os relatos de GUEISER et al. (1995); MARTINEZ et al. (2000); THRALL et al. (2004). A diminuição plasmática de Ca^{2+} foi atribuída por estes autores à importância deste íon na contração muscular, de onde é liberado do retículo sarcoplásmico para dentro das células musculares, provocando o recrutamento do Ca^{2+} para dentro da célula muscular durante a realização de exercícios de longa duração e curta intensidade, produzindo decréscimo na circulação.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram-nos concluir que:

O efeito do treinamento após 90 dias em cavalos da raça Puro Sangue Árabe induziu adaptações fisiológicas gerando respostas no sistema hematológico, cardiovascular, endócrino e no metabolismo em geral, observando-se interação entre eles de uma maneira coordenada e sistemática, pela ação direta do sistema nervoso simpático, o que favoreceu o desempenho atlético durante a realização de prova de enduro em clima tropical.

6. REFERÊNCIAS*

ANDREW, F.M.; GUEISER, D.R.; WHITE, S.L.; WILLIAMSON, L.H.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M. Hematological and biochemical changes in horse competing in a 3 star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 20, Suppl. p. 57-63, 1995.

BALARIN, M.R. **Valores dos macros e microminerais, bioquímicos e hematológicos em eqüinos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) adultos, submetidos a treinamento e exercícios de diferentes intensidades.** 2002 111f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

BARTON, H.M.; WILLIAMSON, L.; JACKS, S.; NORTON, N.; Body weight, hematologic findings of horse competing in 48-,83-, or 159-km endurance ride under similar terrain and weather conditions. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 64, p. 246-753, 2003.

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

BOFFI, F. **Fisiología del ejercicio en equinos.** Buenos Aires: Inter-Médica, 2006. 302 p.

CALONI, F.; SPOTTI, M.; VILLA, R. Hydrocortisone levels in the urine and blood and horses treated with ACTH. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 31, p. 273-276, 1999.

CARLSON, G.P. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROBINSON, N.E. **Equine Exercise Physiology**, 1983. Cambridge: Granta Editions, p. 291-309.

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

CATEJON, F. RUBIO, D.; TOVAR, P.; VINUESA, M.; RIBER, C. Comparative study of aerobic capacity and fitness in three different horse breeds

* ABNT - NRB-6023, Agosto de 2002

(Andalusian, Arabian and Anglo-Arabian). **Zentralbl Veterinärmed**, Hamburg, v. 41, p. 645-652. 1994.

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

COYNE, C.P.; CARLSON, G.P.; SPENSLEY, M.S.; Preliminary investigation of alterations in blood viscosity, cellular composition, and electrophoresis plasma protein fraction profile after competitive racing activity in thoroughbred. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 51, p. 1956-1963.

CRANDELL, K.G.; PAGAN, J.D.; HARRIS, P. A comparison of grain, oil and beet pulp s energy sources for the exercised horse. **Equine veterinary Journal**, New Market, v. 30, Suppl, p. 485-489, 1999.

ECKER, G.L.; LINDINGER, M.I. Effects of terrain, speed, temperature and distance on water and ion losses. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 18, Suppl, p. 298-305, 1995.

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

FERNANDEZ, W.R.; LARSSON, M.H.; Alterations of seric glucose, sodium, potassium, urea and creatinina levels in equine submitted to endurance race of 30 km with controlled speed. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 393-398, 2000.

FERRANTE, P.M.; TAYLOR, L.E.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. Plasma and erythrocyte ion concentration during exercise in Arabian horses. **Equine Veterinary Journal, New Market**, v. 18, Suppl, p. 306-309, 1995.

FOREMAN, H.J.; WALDSMITH, K.J.; LALUM, B.R. Physical, acid-base and electrolyte changes in horse competing in training, preliminary and intermediate horse trials. **Equine and Comparative Exercise Physiology 1**, Cambridge v. 2, p.99-105, 2004.

FREITAS VILLAÇA, E.V. **Variáveis fisiológicas em eqüinos submetidos a dietas com adição de óleo vegetal e exercício de longa duração** 2007. 54f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

GUEISER, D.R.; ANDREW, F.M.; ROHRBACH, B.W.; WHITE, S.L.; MAYKUTH, P.L.; GREEN, E.M.; POVENZA, M.K. Blood ionized calcium concentrations in horses before and after the cross-country phase of three-day event competition. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 56, p. 1502-1505, 1995.

GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K.W.; MCCUTCHEON, L.J.; SAMS, R. A. Epinephrine inhibits exogenous glucose utilization in exercising horses. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 88, n. 5, p. 1777–1790, 2000a.

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

GOLDENFARB, P. B.; BOWYER, F. P.; HALL E.; BROSIOUS E. Reproducibility in the hematology laboratory: the microhematocrit determination. **American Journal of Clinical Pathology**, Chicago, v. 56, p. 35-39, 1971.

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

HOFFMAN, R. M.; HESS, T. M.; WILLIAMS, C. A., et al. Speed associated with plasma pH, oxygen content, total protein and urea in 80 km race. Equine Exercise Physiology 6. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 34, Suppl, p. 39-43, 2002.

HOROHOV, D.W.; DIMOCK, A.N.; GURINALDA, P.D.; Effects of exercise on the immune response of young and old horses. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 60, p. 643-647, 1999.

HYYPPÄ, S. Endocrinal responses in exercising horse. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 92, p. 113-121, 2005.

IRVINE, C.H.G. Thyroxin secretion rates in the horse in various physiological states. **Journal Endocrinology**, Bristol, v. 39, p. 313-320, 1987.

INOUE, Y.; MATSUI, A.; ASAI, Y.; AOKI, F.; MATSUI, T.; YANO, H. Effect of exercise on iron metabolism in horses. **Biological Trace Element Research**, Totowa, v. 107, n.1, p. 33-42, 2005.

JAHN, P.; HÄRTLOVA, H.; MAL, M.; KABER, R.; HANÁK, J. PCV and plasma biochemistry in relation to fitness of horse competing in endurance rides. **Pferdeheilkunde**, Oexmann, v.12, p. 506-509, 1996.

JOHNSON, M.M.; PETERS, J.P. Technical note: an improved method of quantify nonesterified fatty acids in bovine plasma. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 753-756, 1993.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine sports medicine and surgery**. Basic and clinical Sciences of the equine athlete. Saunders, 2004. p. 939-948,

KRONFELD, D. S. Body fluids and exercise: replacement strategies. **Journal Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 21, p. 368-376, 2001.

LACERDA-NETO, J.C.; MARQUES, L.C. Utilização de parâmetros clínicos e bioquímicos na avaliação de eqüinos submetidos a exercício de baixa intensidade e média duração. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 5. p. 77-82, 1999.

LINDINGER, M.I.; SJOGAARD, G. Potassium regulation during exercise and recovery. **Sports Medicine**, Auckland, v. 11, p. 382-401. 1991.

LUCKE, J. N.; HALL, G. N. Further studies on the metabolic effects of long distance riding: Golden Horseshoe Ride 1979, **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 12, p. 189-192, 1980

MARTÍNEZ, R.; SCAGLIONE, M.C.; LUNEBURG, C.; HERNÁNDEZ, E.; ARANEDA, O.; GONZÁLEZ, M.; ESTRADA, M.; WHITE, A. Cambios sanguíneos y sudorales en equinos sometidos a carreras de resistencia. **Avances en Ciencias Veterinarias**, Santiago, v. 15, p. 19-30, 2000.

McCLAY, C. B.; WEISS, D.J.; SMITH, C.M.; GORDON, B. Evaluation of hemorheologic variables as implications for exercise induced pulmonary hemorrhage in racing thoroughbreds. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 53, p.1380-1385, 1992.

McKEEVER, K.H.; HINCHCLIFF, K.W.; REED, S.R.; ROBERTSON, J.T. Role of decreased plasma volume in hematocrit alterations during incremental treadmill exercise in horse. **American Journal Physiology**, Baltimore, v. 265, p. 404-408, 1993.

McKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, Orlando, v. 18, p. 321–353, 2002.

MESSER, N.T. The use of laboratory test in equine practice. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 11, p. 345-385, 1995.

McMIKEN, F.D. An energetic basis of equine performance. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 15, p.123-133, 1983.

MUÑOZ A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R. Effects of training and duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian breeds. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 34, Suppl, p.245-251, 2002.

NAYLOR, J. R. J.; BAYLY, W. M.; SCHOTT II, H. C., et al. Equine plasma and blood volumes decrease with dehydration but subsequently increase with exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 75, p. 1002-1008, 1993.

OOSTERBAAN, M.M.S.O.; WENSING, T.; BARNEVELD, A. Heart rate, blood biochemistry and performance of horse competing in a 100 km ride. **Veterinary Record**, London, v. 128, p. 175-179, 1991.

PELLEGRINI, M.A.; BARAGLI, P.; TEDESCHI, D. LUBAS, G.; SIGHIERI, C. Behaviour of mean erythrocyte volume during submaximal treadmill exercise in the horse. **Comparative Haematology International**, London, v. 10, p 38-42, 2000.

PERSSON, S. G. B. On blood volume and working capacity in horses. **Acta Physiology Scandinavian**, v.19, Suppl, p. 1-189, 1967.

PERSSON, S. G. B.; BERGSTEN, G. Circulatory effects of splenectomy in the horse. **Zentralbl Veterinärmed**, Hamburg, v. 20, p. 456-467, 1973.

PRINCE, A.; GEOR, R.; HARRIS, P.; HOEKSTRA, K.; GARDNER, S. Comparison of the metabolic responses of trained Arabian and Thoroughbred

horses during high and low intensity exercise. 17th Symposium of the Equine Nutrition and Physiology society, 17., 2001. Lexington, Kentucky, **Proceedings...** p.267-272.

REVINGTON, M. Haematology of the racing thoroughbred in Australia 2: haematological values compared to performance. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v.15, p. 145-148, 1983.

ROSE, R. J. Endurance exercise in the horse. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p.532-541, 1986.

ROSE, R. J.; IIKIW, J. E.; ARNOLD, K. S. Plasma biochemistry in the horse during 3-day event competition. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 12, p. 229, 1980.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Haematological and plasma biochemical parameters in endurance horses during training. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 14, p. 144-148, 1982

ROSE, R.J.; HODGSON, D.R.; SAMPSON, D. Changes in plasma biochemistry in horse competing in a 160 km endurance ride. **Australian Veterinary Journal**, Sydney, v. 60, p. 101-105, 1983.

ROSE, R.J.; LLOYD, D.R.; Sodium bicarbonate: "milkshake"? **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 3, p. 24-75, 1992.

RUBIO, M.D.; MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; TOVAR, P.; CASTEJÓN, F.M. Comparative hematological study of two breeds of foals (Andalusian and Arab) subjected to exercise of progressive intensity. **Journal Veterinary Medical Science**, Hamburg, v. 57, p. 311-315, 1995.

SCHOTT II, H.C.; McGLADE, K.S.; MOLANDER, H.A.; LEROUX, A.J.; HINES, M.T. Body weight, fluid, electrolyte, and hormonal changes in competing in 50- and 100 mile endurance ride. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 58, p. 303-309, 1997.

SOMMARDAHL, C.S.; ANDREWS, F.M., SAXTON, A.M. Alterations in blood viscosity in horse competing in cross country jumping. **American Journal Veterinary Research**, Schaumburg, v. 55, p. 389-394, 1994.

SMITH, J.E.; ERICKSON, H.H.; DEBOWES, R.M. Changes in circulating equine erythrocytes induced by brief, high-speed exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 21, p. 44-46, 1989.

SNOW, D. H.; ROSE, R.J.; Hormonal changes associated with long distance exercise. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 13, p. 195-197, 1981.

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

STEEL, J.D.; WHITLOCK, L.E. Observations on the hematology of thoroughbred and standardbred horse in training and racing. **Australian Veterinary Journal**, Sydney, v.23, p.136-142, 1982.

TAYLOR, L.E.; FERRANTE, P.L.; WILSON, J.A.; KRONFELD, D.S. Arterial and mixed venous acid-base status and strong ion difference during repeated sprint. **Equine Veterinary Journal**, New Market, v. 18, Suppl, p. 326-330, 1995.

TEIXEIRA NETO, A.R.; FERRAZ, G.C.; MATAQUEIRO, M.I.; LACERDA-NETO, J.C.; QUEIROZ-NETO, A. Reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro de 30 e 60 km. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, p. 1505-1511, 2004.

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

THRALL, M.A.; M.A.; BAKER, D.C; DENICOLA, D.; LASSEN, D. Fluid and electrolyte metabolism. In: **Veterinary hematology and clinical chemistry**. 2004. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkis, p. 329-353.

TRINDER, P. Methods of clinical chemistry. **Annals of Clinical Biochemistry**. London, v.6, p.1-20, 1969.

WAKIL, S.J.; STOOPS, J.K.; JOSHI, V.C. Fatty acid synthesis and its regulations. **Annual Review Biochemistry**, California, v. 52, p. 537-579, 1983.

WILMORE, J. H; COSTILL, D. L. Hormonal regulation of exercise. In: Wilmore, J. H.; Costill, D. L. 1994. Champaign, IL: **Human Kinetics**, Illinois p. 122-143

APÊNDICE

Tabela 2.1. Médias \pm erro padrão da média (EPM) do 60% do V_4 apresentado por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe durante os exercícios teste progressivos em esteira rolante. Teste (ET). ET₀—basal: realizado com eqüinos destreinados; ET₄₅ e ET₉₀ dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.

Exercícios	Velocidade 60%
Teste	V_4
	(m/s) - (n=12)
ET ₀	3,73 \pm 0,19 ^c
ET ₄₅	4,28 \pm 0,09 ^b
ET ₉₀	4,90 \pm 0,12 ^a

Letras minúsculas referentes nas linhas indicam diferença significativa entre os Exercícios Teste

Tabela 2.2. Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis eritrométricas e proteína total apresentadas por equinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após término de cada Exercício Teste (ET). ET₀-basal: realizado com equinos destreinados; ET₄₅ e ET₉₀ dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE ESFORÇO FÍSICO E FASE DE RECUPERAÇÃO

Variável	ET (Dias)	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5 (1 hora após)	M_6 (horas após)
He ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	ET ₀	8,81 \pm 0,10 ^{Ac}	10,24 \pm 0,10 ^{Abcd}	10,49 \pm 0,12 ^{Ab}	10,69 \pm 0,12 ^{Aa}	9,75 \pm 0,13 ^{Abcd}	9,77 \pm 0,10 ^{Abcd}	9,13 \pm 0,10 ^{Abc}
	ET ₄₅	8,79 \pm 0,14 ^{Abc}	10,0 \pm 0,14 ^{Ab}	10,67 \pm 0,18 ^{Aa}	10,72 \pm 0,10 ^{Aa}	9,55 \pm 0,12 ^{Abcd}	9,17 \pm 0,20 ^{Abcd}	8,22 \pm 0,15 ^{Ac}
	ET ₉₀	8,14 \pm 0,10 ^{Ad}	9,50 \pm 0,18 ^{Abcd}	9,94 \pm 0,16 ^{Ab}	10,41 \pm 0,16 ^{Aa}	9,12 \pm 0,10 ^{Abcd}	8,69 \pm 0,10 ^{Ac}	8,01 \pm 0,10 ^{Ad}
Ht (%)	ET ₀	38,36 \pm 3,13 ^{Ac}	43,36 \pm 3,13 ^{Ab}	45,72 \pm 2,32 ^{Aa}	46,80 \pm 2,44 ^{Aa}	41,36 \pm 3,23 ^{Abc}	40,27 \pm 3,97 ^{Abc}	38,63 \pm 3,72 ^{Ac}
	ET ₄₅	38,58 \pm 3,08 ^{Ac}	43,08 \pm 3,44 ^{Abcd}	45,83 \pm 2,51 ^{Ab}	47,58 \pm 2,50 ^{Aa}	42,58 \pm 3,89 ^{Abcd}	39,75 \pm 3,18 ^{Ac}	38,16 \pm 3,66 ^{Ad}
	ET ₉₀	36,66 \pm 4,69 ^{Ad}	42,77 \pm 4,33 ^{Abcd}	44,44 \pm 2,89 ^{Ab}	47,77 \pm 2,43 ^{Aa}	40,22 \pm 3,15 ^{Abcd}	39,00 \pm 4,21 ^{Ac}	37,22 \pm 4,61 ^{Ad}
Hb (g/dL)	ET ₀	12,97 \pm 1,74 ^{Ac}	14,5 \pm 1,97 ^{Abcd}	15,34 \pm 2,19 ^{Ab}	15,78 \pm 1,85 ^{Aa}	14,01 \pm 1,91 ^{Abcd}	13,10 \pm 1,39 ^{Abc}	13,90 \pm 1,31 ^{Abcd}
	ET ₄₅	12,58 \pm 1,09 ^{Ad}	14,13 \pm 1,10 ^{Abc}	15,17 \pm 0,91 ^{Ab}	15,73 \pm 0,72 ^{Aa}	13,67 \pm 1,16 ^{Ac}	13,26 \pm 1,67 ^{Ac}	12,65 \pm 0,97 ^{Ad}
	ET ₉₀	13,32 \pm 1,62 ^{Ac}	15,38 \pm 1,80 ^{Abcd}	16,36 \pm 0,95 ^{Ab}	17,03 \pm 1,08 ^{Aa}	14,43 \pm 1,25 ^{Abcd}	13,87 \pm 1,77 ^{Ac}	13,15 \pm 1,77 ^{Ad}
VCM (fL)	ET ₀	44,37 \pm 3,98 ^{Aa}	43,18 \pm 2,79 ^{Aa}	43,07 \pm 3,21 ^{Aa}	43,15 \pm 5,14 ^{Aa}	41,78 \pm 5,31 ^{Aa}	40,85 \pm 3,39 ^{Aa}	42,65 \pm 3,31 ^{Aa}
	ET ₄₅	44,15 \pm 4,41 ^{Aa}	43,31 \pm 4,74 ^{Aa}	43,16 \pm 3,42 ^{Aa}	44,64 \pm 3,52 ^{Aa}	44,87 \pm 3,16 ^{Aa}	44,22 \pm 5,46 ^{Aa}	47,26 \pm 5,90 ^{Aa}
	ET ₉₀	46,39 \pm 3,83 ^{Aa}	45,76 \pm 3,03 ^{Aa}	46,21 \pm 2,57 ^{Aa}	45,97 \pm 2,97 ^{Aa}	45,36 \pm 3,32 ^{Aa}	46,41 \pm 4,27 ^{Aa}	45,67 \pm 3,09 ^{Aa}
CHCM (g/dL)	ET ₀	33,71 \pm 2,33 ^{Aa}	34,01 \pm 3,77 ^{Aa}	33,55 \pm 4,48 ^{Aa}	33,71 \pm 3,53 ^{Aa}	33,96 \pm 4,49 ^{Aa}	32,65 \pm 3,10 ^{Aa}	36,11 \pm 3,11 ^{Aa}
	ET ₄₅	32,62 \pm 1,50 ^{Aa}	32,82 \pm 1,12 ^{Aa}	33,11 \pm 1,04 ^{Aa}	33,10 \pm 1,46 ^{Aa}	32,17 \pm 1,77 ^{Aa}	33,71 \pm 4,29 ^{Aa}	33,24 \pm 1,43 ^{Aa}
	ET ₉₀	35,51 \pm 2,96 ^{Aa}	35,41 \pm 1,99 ^{Aa}	35,3 \pm 2,19 ^{Aa}	35,66 \pm 1,77 ^{Aa}	35,05 \pm 2,09 ^{Aa}	35,65 \pm 3,25 ^{Aa}	36,04 \pm 2,52 ^{Aa}
PT (g/dL)	ET ₀	7,0 \pm 0,4 ^{Bb}	7,4 \pm 0,4 ^{Ab}	7,7 \pm 0,4 ^{Aa}	7,8 \pm 0,3 ^{Aa}	7,4 \pm 0,5 ^{Bab}	7,5 \pm 0,5 ^{Ab}	7,4 \pm 0,5 ^{Ab}
	ET ₄₅	7,6 \pm 0,4 ^{Aa}	7,8 \pm 0,6 ^{Aa}	8,0 \pm 0,6 ^{Aa}	8,3 \pm 0,6 ^{Aa}	8,1 \pm 0,6 ^{Aa}	8,1 \pm 0,6 ^{Aa}	7,9 \pm 0,6 ^{Aa}
	ET ₉₀	7,0 \pm 0,3 ^{Bb}	7,5 \pm 0,3 ^{Ab}	7,7 \pm 0,3 ^{Aa}	8,1 \pm 0,3 ^{Aa}	7,5 \pm 0,4 ^{ABab}	7,7 \pm 0,6 ^{Aa}	7,7 \pm 0,4 ^{Aa}

Letras minúsculas diferentes nas linhas de cada variável indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos. Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos. He (hemácias); Ht (Hematócrito); Hb (Hemoglobina); VCM (Volume corpuscular Médio); CHCM (Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média); PT (Teor Plasmático de Proteína Total).

Tabela 2.3. Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis leucométricas apresentadas por equinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M_0 , M_1 , M_2 , M_3 , M_4) e num período de uma e seis horas após término de cada Exercício Teste (ET). ET₀– basal: realizado com equinos destreinados; ET₄₅ e ET₉₀ dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE ESFORÇO FÍSICO E FASE DE RECUPERAÇÃO

Variável ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	ET (Dias)	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5 (1 hora após ET)	M_6 (horas após ET)
Leucócitos	ET ₀	9,24 \pm 0,21 ^{Ab}	11,52 \pm 0,16 ^{Aa}	11,68 \pm 0,26 ^{Aa}	11,40 \pm 0,24 ^{Ab}	10,79 \pm 0,14 ^{Ab}	10,37 \pm 0,23 ^{Ab}	10,94 \pm 0,20 ^{Ab}
	ET ₄₅	7,57 \pm 0,12 ^{Babc}	8,53 \pm 0,11 ^{Bab}	8,89 \pm 0,12 ^{Ba}	8,70 \pm 0,11 ^{Bab}	7,28 \pm 0,16 ^{Bbc}	6,92 \pm 0,11 ^{Bc}	7,20 \pm 0,10 ^{Bbc}
	ET ₉₀	6,34 \pm 0,12 ^{Bc}	7,70 \pm 0,10 ^{Bb}	8,22 \pm 0,13 ^{Ba}	8,01 \pm 0,10 ^{Bab}	7,24 \pm 0,12 ^{Bb}	7,18 \pm 0,13 ^{Bb}	8,17 \pm 0,17 ^{Bab}
Neu.Seg.	ET ₀	4,14 \pm 0,46 ^{Ac}	5,31 \pm 0,81 ^{Ab}	5,15 \pm 0,65 ^{Ab}	4,39 \pm 0,55 ^{Ac}	4,84 \pm 0,63 ^{Ac}	6,01 \pm 0,69 ^{Ab}	7,26 \pm 0,54 ^{Aa}
	ET ₄₅	3,71 \pm 0,25 ^{Ab}	4,01 \pm 0,25 ^{ABb}	4,09 \pm 0,27 ^{ABab}	4,16 \pm 0,29 ^{Ab}	3,45 \pm 0,35 ^{Ab}	4,34 \pm 0,41 ^{Bab}	5,43 \pm 0,33 ^{Ba}
	ET ₉₀	3,06 \pm 0,33 ^{Ab}	3,37 \pm 0,23 ^{Bb}	3,61 \pm 0,30 ^{Bb}	3,38 \pm 0,31 ^{Ab}	3,09 \pm 0,34 ^{Ab}	4,37 \pm 0,47 ^{Bab}	5,54 \pm 0,47 ^{Ba}
Linfócitos	ET ₀	4,56 \pm 0,35 ^{Aab}	5,69 \pm 0,53 ^{Aa}	5,80 \pm 0,59 ^{Aa}	6,54 \pm 0,49 ^{Aa}	5,19 \pm 0,45 ^{Ab}	3,58 \pm 0,47 ^{Ab}	3,26 \pm 0,46 ^{Ab}
	ET ₄₅	3,46 \pm 0,2 ^{ABa}	3,99 \pm 0,29 ^{Ba}	4,39 \pm 0,28 ^{ABa}	4,18 \pm 0,28 ^{Ba}	3,54 \pm 0,19 ^{Ba}	2,28 \pm 0,18 ^{Bb}	1,58 \pm 0,15 ^{Bb}
	ET ₉₀	2,95 \pm 0,35 ^{Babc}	4,02 \pm 0,35 ^{Bab}	4,23 \pm 0,39 ^{Ba}	4,26 \pm 0,45 ^{Ba}	3,94 \pm 0,35 ^{Bab}	2,56 \pm 0,40 ^{ABbc}	2,24 \pm 0,35 ^{ABc}

Neu.Seg (neutrófilos segmentados). Letras minúsculas diferentes nas linhas de cada variável indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos. Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos.

Tabela 2.4. Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis bioquímicas apresentadas por eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante (M₀, M₁, M₂, M₃, M₄) e num período de uma e seis horas após término de cada Exercício Teste (ET). ET₀– basal; realizado com eqüinos destreinados; ET₄₅ e ET₉₀ dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Jaboticabal, Brasil, 2007.

Variável	ET (Dias)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅ (1 hora após)	M ₆ (6 horas após)
Glicose (mg/dL)	ET ₀	92,1 \pm 10,4 ^{Ab}	94,0 \pm 14,1 ^{Ab}	102,1 \pm 18,1 ^{Ab}	110,4 \pm 22,5 ^{Aa}	131,3 \pm 21,7 ^{Aa}	103,8 \pm 30,8 ^{Ab}	91,5 \pm 11,2 ^{Ab}
	ET ₄₅	88,8 \pm 13,0 ^{Ab}	86,2 \pm 16,3 ^{Ab}	89,8 \pm 14,8 ^{Ab}	111,7 \pm 27,5 ^{Ab}	145,8 \pm 31,5 ^{Aa}	112,0 \pm 36,5 ^{Ab}	86,2 \pm 7,7 ^{Ab}
	ET ₉₀	85,4 \pm 7,5 ^{Ab}	84,0 \pm 14,1 ^{Ab}	99,3 \pm 30,5 ^{Ab}	132,2 \pm 55,1 ^{Aab}	154,9 \pm 53,5 ^{Aa}	130,8 \pm 35,6 ^{Aab}	87,7 \pm 11,7 ^{Ab}
Insulina (pmol/L)	ET ₀	33,1 \pm 10,2 ^{Ba}	18,6 \pm 8,0 ^{Ba}	26,2 \pm 8,3 ^{Aa}	8,9 \pm 1,7 ^{Ab}	37,9 \pm 10,0 ^{Ba}	47,6 \pm 12,0 ^{Ba}	28,9 \pm 7,0 ^{Aa}
	ET ₄₅	62,1 \pm 12,2 ^{ABab}	35,1 \pm 7,5 ^{ABbc}	20,0 \pm 5,4 ^{Abc}	9,6 \pm 2,1 ^{Ac}	64,1 \pm 9,3 ^{ABab}	92,4 \pm 5,6 ^{AABa}	49,6 \pm 6,5 ^{ABbc}
	ET ₉₀	93,8 \pm 12,86 ^{Aab}	46,9 \pm 10,26 ^{Aabc}	33,1 \pm 6,42 ^{Abc}	13,1 \pm 2,3 ^{Ac}	90,3 \pm 8,39 ^{Aab}	115,2 \pm 31,0 ^{Aa}	44,1 \pm 8,0 ^{ABc}
Cortisol (nmol/L)	ET ₀	1072 \pm 330 ^{Abc}	1621 \pm 425 ^{Aab}	1839 \pm 498 ^{Aa}	2139 \pm 299 ^{Aa}	2273 \pm 504 ^{Aa}	1867 \pm 347 ^{Aa}	579 \pm 150 ^{Ac}
	ET ₄₅	1150 \pm 246 ^{Ac}	1523 \pm 294 ^{Abc}	1789 \pm 392 ^{Ab}	1878 \pm 331 ^{Aab}	2228 \pm 434 ^{Aa}	1761 \pm 347 ^{Ab}	417 \pm 148 ^{Ad}
	ET ₉₀	1094 \pm 268 ^{Abc}	1548 \pm 198 ^{Aab}	1808 \pm 271 ^{Aa}	2021 \pm 515 ^{Aa}	2133 \pm 568 ^{Aa}	2016 \pm 602 ^{Aa}	551 \pm 215 ^{Ac}
Triacilglicerol (mg/dL)	ET ₀	34,2 \pm 13,3 ^{ABbc}	40,2 \pm 10,7 ^{ABabc}	42,7 \pm 14,7 ^{ABab}	44,8 \pm 18,0 ^{ABabc}	56,5 \pm 19,1 ^{Aa}	32,3 \pm 9,0 ^{Abc}	24,6 \pm 8,3 ^{Bc}
	ET ₄₅	43,7 \pm 20,3 ^{Aa}	50,5 \pm 19,0 ^{Aa}	55,2 \pm 24,9 ^{Aa}	61,1 \pm 27,1 ^{Aa}	58,4 \pm 35,1 ^{Aa}	43,6 \pm 24,2 ^{Aa}	43,0 \pm 21,9 ^{Aa}
	ET ₉₀	24,0 \pm 10,6 ^{Bb}	27,6 \pm 9,9 ^{Bb}	29,1 \pm 8,3 ^{Bb}	35,5 \pm 13,7 ^{Bb}	61,0 \pm 23,1 ^{Aa}	37,3 \pm 17,3 ^{Ab}	24,3 \pm 8,4 ^{Bb}
Colesterol Total (mg/dL)	ET ₀	55,5 \pm 21,7 ^{Ba}	60,4 \pm 25,4 ^{Ba}	63,7 \pm 27,4 ^{Ba}	64,8 \pm 32,0 ^{Ba}	69,1 \pm 24,2 ^{Ba}	51,6 \pm 30,8 ^{Ba}	45,5 \pm 23,3 ^{Ba}
	ET ₄₅	79,3 \pm 13,3 ^{Aa}	78,6 \pm 10,3 ^{ABa}	83,9 \pm 11,4 ^{Aa}	87,7 \pm 15,2 ^{ABa}	85,4 \pm 12,4 ^{ABa}	86,9 \pm 13,3 ^{Aa}	86,2 \pm 12,4 ^{Aa}
	ET ₉₀	84,0 \pm 11,5 ^{Aa}	96,6 \pm 13,8 ^{Aa}	93,3 \pm 9,0 ^{Aa}	99,2 \pm 17,6 ^{Aa}	92,9 \pm 16,6 ^{Aa}	92,9 \pm 14,8 ^{Aa}	96,8 \pm 12,2 ^{Aa}

Letras minúsculas diferentes nas linhas de cada variável indicam diferença significativa (P \leq 0,05) entre os ET nos diferentes momentos. Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa (P \leq 0,05) entre os ET nos diferentes momentos.

Tabela 2.5. Média \pm erro padrão da média (EPM) da concentração sérica de sódio (Na^+), potássio (K^+) e cálcio ionizado (Ca^{2+}) apresentada por equinos da Raça Puro Sangue Árabe nos diferentes momentos de colheita na esteira rolante ($M_0, M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6$) e num período de uma e seis horas após término de cada Exercício Teste (ET). ET₀-basal: realizado com equinos destreinados; ET₄₅ e ET₉₀ dias; realizados após 45 e 90 dias de treinamento a campo, respectivamente. Japoticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE ESFORÇO FÍSICO E FASE DE RECUPERAÇÃO

Variável	ET (Dias)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆
Na⁺ (mmol/L)	ET ₀	135,8 \pm 2,1 ^{Aa}	136,7 \pm 1,8 ^{Aa}	136,4 \pm 3,3 ^{Aa}	138,6 \pm 1,7 ^{Aa}	136,2 \pm 1,9 ^{Aa}	135,8 \pm 2,6 ^{Aa}	135,7 \pm 3,0 ^{Aa}
	ET ₄₅	137,5 \pm 3,3 ^{Aa}	136,5 \pm 4,0 ^{Aa}	137,4 \pm 4,1 ^{Aa}	137,7 \pm 3,6 ^{Aa}	138,2 \pm 5,6 ^{Aa}	136,8 \pm 4,0 ^{Aa}	138,6 \pm 3,5 ^{Aa}
	ET ₉₀	134,7 \pm 5,9 ^{Aa}	139,2 \pm 5,1 ^{Aa}	131,5 \pm 5,5 ^{Aa}	137,1 \pm 4,8 ^{Aa}	135,7 \pm 3,3 ^{Aa}	133,7 \pm 3,5 ^{Aa}	132,8 \pm 3,5 ^{Aa}
K⁺ (mmol/L)	ET ₀	4,3 \pm 0,5 ^{Abc}	4,9 \pm 0,7 ^{Aab}	5,1 \pm 0,5 ^{Aa}	5,2 \pm 0,4 ^{Aa}	3,6 \pm 0,6 ^{Ac}	3,6 \pm 0,4 ^{Ac}	3,8 \pm 0,5 ^{Ac}
	ET ₄₅	3,8 \pm 0,3 ^{ABbc}	4,2 \pm 0,2 ^{Bab}	4,3 \pm 0,2 ^{Ba}	4,4 \pm 0,2 ^{Ba}	3,5 \pm 0,2 ^{Ac}	2,8 \pm 0,4 ^{Bd}	3,3 \pm 0,6 ^{Bcd}
	ET ₉₀	3,4 \pm 0,4 ^{Babc}	3,8 \pm 0,4 ^{Bab}	3,8 \pm 0,4 ^{Cab}	4,0 \pm 0,4 ^{Ba}	3,0 \pm 0,4 ^{Bbc}	2,8 \pm 0,5 ^{Bc}	3,0 \pm 1,3 ^{Bbc}
Ca²⁺ (mmol/L)	ET ₀	1,58 \pm 0,1 ^{Aa}	1,43 \pm 0,1 ^{Aab}	1,29 \pm 0,1 ^{Abc}	1,21 \pm 0,1 ^{Ac}	1,32 \pm 0,1 ^{Abc}	1,38 \pm 0,1 ^{Aabc}	1,43 \pm 0,1 ^{Aab}
	ET ₄₅	1,25 \pm 0,1 ^{Bab}	1,25 \pm 0,1 ^{Bab}	1,19 \pm 0,1 ^{Aab}	1,17 \pm 0,1 ^{Ab}	1,20 \pm 0,1 ^{Bab}	1,30 \pm 0,1 ^{ABa}	1,13 \pm 0,1 ^{Bb}
	ET ₉₀	1,10 \pm 0,1 ^{Ca}	1,01 \pm 0,1 ^{Ca}	1,01 \pm 0,1 ^{Ba}	1,01 \pm 0,1 ^{Ba}	1,01 \pm 0,1 ^{Ca}	1,16 \pm 0,1 ^{Ba}	1,04 \pm 0,1 ^{Ba}

Letras minúsculas diferentes nas linhas de cada variável indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos. Letras maiúsculas diferentes nas colunas indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) entre os ET nos diferentes momentos.

Tabela 3.1. Média \pm erro padrão da média (EPM) de variáveis hematológicas de equinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE COLHEITA DURANTE O ENDURO E FASE DE RECUPERAÇÃO							
Variável	M_0 Basal	M_1 1 anel	M_2 2 anel	M_3 3 anel	M_4 (15 min. Após)	M_5 (60 min. Após)	M_6 (360 min. Após)
Hemácias ($\times 10^6$ /uL)	7,38 \pm 0,27 ^b	9,50 \pm 0,35 ^a	9,67 \pm 0,54 ^a	10,14 \pm 0,14 ^a	8,90 \pm 0,25 ^{ab}	9,10 \pm 0,46 ^a	9,56 \pm 0,30 ^a
Ht (%)	34 \pm 1,27 ^c	41 \pm 0,56 ^b	42 \pm 0,66 ^{ab}	46 \pm 0,37 ^a	41 \pm 0,88 ^{ab}	41 \pm 1,46 ^b	43 \pm 1,77 ^{ab}
Hb (g/dL)	11 \pm 0,45 ^c	14 \pm 0,24 ^{ab}	14 \pm 0,19 ^{ab}	15 \pm 0,28 ^a	14 \pm 0,24 ^b	14 \pm 0,45 ^b	14 \pm 0,36 ^b
VCM (fL)	47,07 \pm 0,57 ^a	43,47 \pm 1,37 ^a	45,19 \pm 2,44 ^a	45,37 \pm 0,57 ^a	46,45 \pm 0,89 ^a	45,73 \pm 2,21 ^a	45,17 \pm 1,98 ^a
CHCM (g/dL)	34,33 \pm 0,59 ^{ab}	36,13 \pm 0,36 ^a	34,92 \pm 0,44 ^{ab}	34,75 \pm 0,57 ^{ab}	35,05 \pm 0,58 ^{ab}	34,56 \pm 0,74 ^{ab}	33,40 \pm 0,87 ^b
Leucócitos ($\times 10^3$ /uL)	8,38 \pm 0,66 ^c	9,63 \pm 0,70 ^{bc}	9,25 \pm 0,56 ^{bc}	11,21 \pm 0,75 ^{ab}	9,96 \pm 0,53 ^{abc}	11,33 \pm 0,57 ^{ab}	12,61 \pm 0,50 ^a
Neutrófilos ($\times 10^3$ /uL)	4,49 \pm 0,62 ^c	7,11 \pm 0,81 ^{bc}	7,02 \pm 0,50 ^{bc}	9,29 \pm 0,77 ^{ab}	8,46 \pm 0,53 ^{ab}	9,48 \pm 0,57 ^{ab}	10,32 \pm 0,53 ^a
Linfócitos ($\times 10^3$ /uL)	3,49 \pm 0,40 ^a	2,11 \pm 0,39 ^b	1,93 \pm 0,22 ^b	1,77 \pm 0,28 ^b	1,26 \pm 0,19 ^b	1,68 \pm 0,33 ^b	2,06 \pm 0,27 ^b
P.T (g/dL)	7,1 \pm 0,32 ^b	8,0 \pm 0,52 ^a	8,2 \pm 0,50 ^a	8,2 \pm 0,50 ^a	7,9 \pm 0,47 ^a	7,8 \pm 0,33 ^a	7,8 \pm 0,33 ^a

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$) nos diferentes tempos de colheita e para cada variável na prova de enduro de 60 km. Ht (Hematócrito); ^{a-c}Hb (Hemoglobina); ^{a-c}VCM (Volume corpuscular Médio); ^{a-c}CHCM (Concentração de Hemoglobina Corpuscular Média); ^{a-c}P.T (Teor Plasmático de Proteína Total).

Tabela 3.2. Média \pm erro padrão da média (EPM) das variáveis bioquímicas de eqüinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M₀), durante (M₁, M₂, M₃) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE COLHEITA DURANTE O ENDURO E FASE DE RECUPERAÇÃO

Variável	M ₀ Basal	M ₁ 1 anel	M ₂ 2 anel	M ₃ 3 anel	M ₄ (15 min. Após)	M ₅ (60 min. Após)	M ₆ (360 min. Após)
Glicose (mg/dL)	90,99 \pm 4,49 ^{ab}	95,46 \pm 5,87 ^{ab}	89,55 \pm 4,25 ^{ab}	83,63 \pm 2,27 ^b	82,84 \pm 3,16 ^b	84,94 \pm 2,42 ^{ab}	101,38 \pm 2,36 ^a
Insulina (pmol/L)	121,34 \pm 28,09 ^a	62,23 \pm 15,15 ^{ab}	22,12 \pm 6,60 ^b	31,76 \pm 4,40 ^b	36,29 \pm 8,70 ^b	48,97 \pm 11,80 ^{ab}	44,24 \pm 14,86 ^b
Cortisol (nmol/L)	971 \pm 147,80 ^{bc}	1680 \pm 150,12 ^{ab}	1876 \pm 162,34 ^a	2184 \pm 153,47 ^a	1820 \pm 140,01 ^a	1596 \pm 136,77 ^{ab}	560 \pm 119,22 ^c
Colesterol Total (mg/dL)	96,16 \pm 3,95 ^a	105,31 \pm 5,55 ^a	110,05 \pm 4,36 ^a	111,22 \pm 5,36 ^a	109,60 \pm 4,68 ^a	108,03 \pm 5,08 ^a	109,89 \pm 6,09 ^a
Triacilglicerol (mg/dL)	23,16 \pm 4,31 ^b	26,76 \pm 2,79 ^b	34,53 \pm 4,14 ^{ab}	48,53 \pm 4,09 ^a	33,02 \pm 5,91 ^{ab}	29,81 \pm 4,49 ^b	27,86 \pm 3,39 ^b
AGL (mg/dL)	282,9 \pm 58,7 ^c	1053,5 \pm 112,3 ^{ab}	1141,6 \pm 123,7 ^{ab}	1570,0 \pm 177,4 ^a	1368,5 \pm 221,4 ^a	1095,2 \pm 115,0 ^{ab}	709,8 \pm 105,3 ^{bc}

Letras minúsculas diferentes nas linhas de cada variável indicam diferença significativa ($P \leq 0,05$) nos diferentes tempos de colheita na prova de enduro de 60km. *AGL (Ácidos Graxos Livres).

Tabela 3.3. Média \pm erro padrão da média (EPM) da concentração séricas de sódio (Na^+), potássio (K^+), cloro (Cl^-) e cálcio ionizado (Ca^{2+}) de equinos da Raça Puro Sangue Árabe, antes (M_0), durante (M_1 , M_2 , M_3) e 15; 60 e 360 minutos após término do exercício, durante prova de enduro de 60 km de distância realizada na FCAV/UNESP, Jaboticabal, Brasil, 2007.

MOMENTOS DE COLHEITA DURANTE O ENDURO E FASE DE RECUPERAÇÃO

Variável (mmol/L)	M_0 Basal	M_1 1 anel	M_2 2 anel	M_3 3 anel	M_4 (15 min. Após)	M_5 (60 min. Após)	M_6 (360 min. Após)
Na^+	144,87 \pm 1,77 ^{ab}	147,75 \pm 1,49 ^a	149,25 \pm 1,86 ^a	145,62 \pm 1,82 ^a	145,01 \pm 2,13 ^{ab}	142,37 \pm 2,14 ^{ab}	137,75 \pm 1,19 ^b
K^+	3,72 \pm 0,31 ^a	3,38 \pm 0,25 ^{ab}	3,32 \pm 0,23 ^{ab}	3,06 \pm 0,22 ^b	2,53 \pm 0,24 ^c	2,47 \pm 0,30 ^c	3,18 \pm 0,30 ^b
Cl^-	95,11 \pm 1,18 ^a	91,21 \pm 0,88 ^{ab}	89,21 \pm 1,65 ^b	87,46 \pm 1,53 ^b	86,38 \pm 1,12 ^b	89,38 \pm 0,62 ^b	90,06 \pm 1,40 ^{ab}
Ca^{2+}	1,49 \pm 0,10 ^a	1,38 \pm 0,10 ^{ab}	1,31 \pm 0,10 ^b	1,26 \pm 0,10 ^b	1,30 \pm 0,10 ^b	1,34 \pm 0,107 ^b	1,29 \pm 0,10 ^b

Letras minúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística ($P \leq 0,05$) nos diferentes tempos de colheita durante a prova de enduro de 60 km.