

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

**AVALIAÇÃO DE TESTES PARA MENSURAÇÃO DO
CONDICIONAMENTO FÍSICO DE EQUINOS DE SALTO**

**Otavio Augusto Brioschi Soares
Médico Veterinário MSc**

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Junho de 2012**

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

**AVALIAÇÃO DE TESTES PARA MENSURAÇÃO DO
CONDICIONAMENTO FÍSICO DE EQUINOS DE SALTO**

Otavio Augusto Brioschi Soares

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Junho de 2012

S676a Soares, Otavio Augusto Brioschi
Avaliação de testes para a mensuração do condicionamento físico de equinos de salto / Otavio Augusto Brioschi Soares. -- Jaboticabal, 2012
xi, 134 f. ; il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientador: Antonio de Queiroz Neto

Banca examinadora: Fernando Queiroz de Almeida, Guilherme de Camargo Ferraz, Flora Helena D'Angelis, Pablo Trigo

Bibliografia

1. Avaliação desportiva. 2. Equinos de salto. 3. Aptidão física. 4. Desempenho. 5. Hipismo. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:612.766.1:636.1

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

OTAVIO AUGUSTO BRIOSCHI SOARES – Nascido na cidade de Ribeirão Preto, estado de São Paulo, em 28 de julho de 1982, portador do RG nº 062400034-5 MD/EB. Médico Veterinário graduado pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, com início em março de 2000 e término em dezembro de 2004. Durante a graduação, realizou iniciação científica no período de 2002 a 2003, sob fomento do CNPq e estágio de graduação em 2004 no Equine Health Studies Program, da School of Veterinary Medicine, da Louisiana State University, em Baton Rouge, EUA, ambos orientados pelo Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto. Em março de 2006 adentrou as fileiras do Exército Brasileiro, onde conclui o curso de formação de oficiais Médicos Veterinários em novembro do mesmo ano. Em março de 2008 obteve o título de mestre em Medicina Veterinária, sob orientação do Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto com a dissertação intitulada “Comparação de diferentes métodos lactacidêmicos e glicêmicos de determinação do limiar anaeróbio em equinos” na FCAV-Unesp Jaboticabal. Subsequentemente ingressou no programa de pós-graduação em Medicina Veterinária, na mesma universidade, nível doutorado, em agosto de 2008. Em fevereiro de 2009 concluiu pós-graduação *latu sensu* em “Bases fisiológicas e metodológicas do treinamento desportivo”, pela Universidade Federal de São Paulo. De fevereiro de 2008 a dezembro de 2011 foi docente da Faculdade de Medicina Veterinária de Valença, nos estado do Rio de Janeiro, onde ministrou as disciplinas de Introdução à Produção Animal, Metodologia da Pesquisa Científica e Fisiologia Veterinária, foi membro do Núcleo Docente Estruturante e da Assessoria de Ensino, Pesquisa e Extensão, além de chefe do Departamento de Produção Animal. Atualmente é chefe do setor de Ortopedia e Ferradoria do Hospital Veterinário da Academia Militar das Agulhas Negras, organização do Exército Brasileiro situada em Resende-RJ.

“Nada a temer se não o correr da luta
Nada a fazer se não esquecer o medo”

Milton Nascimento

A minha mãe que tanto fez, que me fez maior que sou.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao meu país, personificado na capacidade e competência dos membros das duas instituições que formalmente me moldaram: a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, especialmente àqueles do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, pelas muitas lições e amizades; e o Exército Brasileiro, em particular aos integrantes do Hospital Veterinário da Academia Militar das Agulhas Negras, pelas aulas de seriedade e comprometimento.

Ao meu amigo e orientador Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto, pelos ensinamentos, direcionamentos e principalmente pela confiança depositada. Ao meu companheiro Prof. Dr. Guilherme de Camargo Ferraz pelas muitas discussões e orientações acadêmicas e discordâncias políticas, além da inestimável composição da equipe experimental. Ao meu co-orientador Prof. Dr. Fernando Queiroz de Almeida e equipe, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pela imensa ajuda e disponibilização de material. Ao Dr. Pablo Trigo pelas discussões acadêmicas e fundamental ajuda operacional. Aos Profs. Dra. Flora Helena D'Angelis e Dr. César Andrey Galindo Orozco pela grande colaboração e amizade.

Aos meus companheiros de caserna: Major Henrique pelas conversas e ensinamentos estratégicos e Tenente Cembranelli pelo companheirismo e lealdade.

À todos aqueles que participaram da equipe de realização do experimento: na linha de frente UNESP Jaboticabal (Guilherme, Flora, Walter e Kamirro), UFRRJ (Julianna, Chiara, Márcia, Ana Cláudia, Thais, Agnaldo, Luana, Lucas), FMVV (Juliana e Teonara), HVet/AMAN (Cap Fabiano, Cb Roney, Sd Galdino, Sd Ismael, Sd Francisco, Sd Lineker e Sd Silvano), Sec Equi (Cap Paiva e Sgt Érik) e na retaguarda toda a equipe de oficiais e praças do HVet/AMAN, além de outros militares que colaboraram de diversas maneiras.

Aos amigos-irmãos da Matabixera, responsáveis por tantos bons momentos e lições, Pinico, Nuku, Calango, Lepra, Ratão, Colina, Deny, Bamby, Ciroula, Chica, Grico, Gordo, Tchola, Fui Eu, Batata, Pistol, Mininão, Cervo, Lirou, Gozo, Teta, Vitinho, Pedala, Peida (MB de coração), Biruleibe, Muralha, Xurros, Zé, Mid, Ex-seção, Dedinho

e bixos muito-bixos. Aos grandes amigos de Jabuka Quaiada, Gozado, Caneca, Uai, K-stanha, Sortuda, Bituca por tempos inesquecíveis de crescimento.

Especialmente a minha família: pai, Mara, Lia, Fernanda pelo porto seguro e amor. A minha avó Santana pelo carinho. A todos meus tios e tias, primos e primas, em especial Tia Aracy, Tio Beto e filhos.

E finalmente a quem admiro e caminho junto há algum tempo. Que fica em minha roupa, brilha nos meus olhos. Minha sede, meu assunto e minha urgência. A você Andressa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xi
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
REFERÊNCIAS.....	8
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA PARA O SALTO DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO DISTINTOS	15
RESUMO.....	15
INTRODUÇÃO	16
MATERIAL E MÉTODOS	20
ANIMAIS E GINETES	20
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS (TSI).....	23
TESTE DE VELOCIDADES INCREMENTAIS (TVI).....	27
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
FREQUÊNCIAS CARDÍACAS E SUAS VARIÁVEIS ASSOCIADAS (V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} E V_{180}).....	29
LACTATEMIAS E VARIÁVEIS ASSOCIADAS ($LACDIF$, V_2 , V_3 E V_4)	37
GLICEMIAS	51
HEMOGASOMETRIA	58
ÍONS PLASMÁTICOS	70
CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS.....	78
CAPÍTULO 3 – VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS DE EQUINOS DE NÍVEIS DE DESEMPENHO DIFERENTES SUBMETIDOS A TESTE DE EXERCÍCIO PADRONIZADO COM SALTOS INCREMENTAIS.....	90
RESUMO.....	90
INTRODUÇÃO	91
MATERIAL E MÉTODOS	93
ANIMAIS E GINETES	93
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	93
TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS (TSI).....	94
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	95
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95

ÍNDICES ERITROCITÁRIOS	95
ÍNDICES LEUCOCITÁRIOS E PLAQUETÁRIOS.....	104
CONCLUSÕES	113
REFERÊNCIAS.....	114

CAPÍTULO 4 – ATIVIDADE SÉRICA DAS ENZIMAS CREATINA QUINASE (CK) E ASPARTATO AMINOTRANSFERASE (AST) DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO SUBMETIDOS A TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS	118
RESUMO.....	118
INTRODUÇÃO	119
MATERIAL E MÉTODOS	121
ANIMAIS E GINETES	121
Delineamento Experimental.....	121
TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS (TSI).....	122
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	123
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	123
CONCLUSÃO.....	130
REFERÊNCIAS.....	130

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA PARA O SALTO DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO DISTINTOS

- Figura 1. Diagrama de execução do teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).22
- Figura 2. Modelo esquemático do percurso utilizado no teste de saltos incrementais (TSI).25
- Figura 3. Picadeiro coberto com percurso montado contendo dez obstáculos (verticais simples) para a realização do teste de saltos incrementais (TSI).....26
- Figura 4. Representação gráfica dos valores de FC aferidos por frequencímetro no teste de saltos incrementais evidenciando-se interferência na captação dos impulsos elétricos.30
- Figura 5. Frequências cardíacas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos ao teste de saltos incrementais (TSI).32
- Figura 6. Variáveis associadas às frequências cardíacas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de exercício padronizado não específico (TVI).35
- Figura 7. Lactatêmias de cavalos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI)..39
- Figura 8. Diferença entre a última lactatemia e a lactatemia de repouso de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).40
- Figura 9. Lactatêmias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).....46

- Figura 10. Variáveis derivadas da relação entre carga e lactatemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos a teste de velocidades incrementais (TVI). ..48
- Figura 11. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI)..53
- Figura 12. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI)..55
- Figura 13. Potencial hidrogeniônico de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).60
- Figura 14. Pressão parcial de dióxido de carbono de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI)..61
- Figura 15. Pressão parcial de oxigênio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).62
- Figura 16. Excesso de base de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).63
- Figura 17. Concentração plasmática de bicarbonato de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI)..64
- Figura 18. Dióxido de carbono total de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).65

- Figura 19. Saturação de oxigênio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).66
- Figura 20. Natreemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).72
- Figura 21. Calemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).73
- Figura 22. Calcemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).74
- Figura 23. Magnesemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).75
- Figura 24. Cloremia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).76

CAPÍTULO 3 – VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS DE EQUINOS DE NÍVEIS DE DESEMPENHO DIFERENTES SUBMETIDOS A TESTE DE EXERCÍCIO PADRONIZADO COM SALTOS INCREMENTAIS

- Figura 1. Número de hemácias equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....97

- Figura 2. Concentração sanguínea de hemoglobina de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).98
- Figura 3. Hematócrito de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).99
- Figura 4. Volume corpuscular médio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....100
- Figura 5. Hemoglobina corpuscular média de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....101
- Figura 6. Concentração de hemoglobina corpuscular média de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI)..102
- Figura 7. Número de leucócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....107
- Figura 8. Número de plaquetas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....108
- Figura 9. Porcentagem de linfócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....109
- Figura 10. Porcentagem de granulócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....110
- Figura 11. Número de linfócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....111

Figura 12. Número de granulócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).....	112
--	-----

CAPÍTULO 4 – ATIVIDADE SÉRICA DAS ENZIMAS CREATINA QUINASE (CK) E ASPARTATO AMINOTRANSFERASE (AST) DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO SUBMETIDOS A TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS

Figura 1. Diagrama de execução do teste de saltos incrementais (TSI).	123
Figura 2. Atividade sérica da enzima creatina quinase (CK) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular.....	126
Figura 3. Atividade sérica da enzima aspartato aminotransferase (AST) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular.	127

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA PARA O SALTO DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO DISTINTOS

Tabela 1. Dados biométricos médios (média \pm desvio padrão) dos animais do grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI).	22
Tabela 2. Resumo das variáveis do teste de saltos incrementais (TSI).	24
Tabela 3. Resumo das variáveis do teste de velocidades incrementais (TVI).	28
Tabela 4. Frequências cardíacas (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos ao teste de saltos incrementais (TSI).	31
Tabela 5. Variáveis derivadas da relação entre a carga e a frequência cardíaca (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).	34
Tabela 6. Lactatemias e variáveis associadas (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).	38
Tabela 7. Lactatemias (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).	45
Tabela 8. Variáveis derivadas da relação entre a carga e a lactatemia (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).	47
Tabela 9. Glicemias e variável associada de cavalos de salto da raça Brasileiro de Hipismo separados em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).	52
Tabela 10. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).	54

- Tabela 11. Variáveis hemogasométricas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).....59
- Tabela 12. Concentração plasmática de íons de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).....71

CAPÍTULO 3 – VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS DE EQUINOS DE NÍVEIS DE DESEMPENHO DIFERENTES SUBMETIDOS A TESTE DE EXERCÍCIO PADRONIZADO COM SALTOS INCREMENTAIS

- Tabela 1. Variáveis hematológicas ligadas à série vermelha de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).96
- Tabela 2. Variáveis hematológicas leucocitárias e plaquetárias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).106

CAPÍTULO 4 – ATIVIDADE SÉRICA DAS ENZIMAS CREATINA QUINASE (CK) E ASPARTATO AMINOTRANSFERASE (AST) DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO SUBMETIDOS A TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS

- Tabela 1. Atividade plasmática das enzimas creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular antes do exercício.125

AVALIAÇÃO DE TESTES PARA MENSURAÇÃO DO CONDICIONAMENTO FÍSICO DE EQUINOS DE SALTO

RESUMO

A modalidade equestre de salto, apesar de olímpica há mais de um século e largamente difundida no mundo todo, tem a aptidão física de seus atletas ainda carente de estudos que possam explicá-la satisfatoriamente. O presente estudo objetivou propor metodologia de avaliação de cavalos de salto que respeitasse a especificidade da modalidade e contemplasse o gesto desportivo e a utilização dos grupamentos musculares envolvidos com o salto; além de avaliar a exequibilidade e validade de tal metodologia. Para tal, utilizaram-se dois grupos de oito equinos cada, um de desempenho superior (DS) e outro inferior (DI), os quais realizaram dois testes: um de saltos incrementais (TSI) e outro de velocidades incrementais (TVI). As seguintes variáveis foram mensuradas: frequência cardíaca (FC), lactatemia (LAC), glicemia (GLIC), variáveis hemogasométricas, hematológicas, íons plasmáticos e enzimas ligadas ao metabolismo muscular; além de calculados índices derivados destas variáveis. Todas as variáveis avaliadas por análise de variância e posterior teste de Holm-Sidak, com nível de significância de 5%. Tanto o TSI quanto o TVI provocaram alterações em quase todas as variáveis mensuradas compatíveis com a duração e a natureza do exercício realizado. Diferenças entre os dois grupos de desempenho foram encontradas nos testes para FC, LAC, GLIC, e algumas variáveis hemogasométricas, diferenças estas que podem estar ligadas a melhor adaptação cardiovascular e metabólica do grupo de desempenho superior à modalidade em questão. Pelo presente estudo concluiu-se ser a metodologia proposta exequível e válida para avaliar a aptidão física de equinos praticantes da modalidade salto já que a mesma foi capaz de detectar diferenças entre os dois grupos de equinos testados.

Palavras-chave: aptidão física, avaliação desportiva, desempenho, equinos de salto, hipismo.

EVALUATION OF TESTS FOR JUMPING HORSES FITNESS MEASUREMENT

SUMMARY

The equestrian sport of jumping, despite of being in the Olympic games for over a century and widespread throughout the world, still lacks studies that explain its fitness satisfactorily. The present study proposes a specific methodology of physical fitness evaluation that respects the specificity of sport and contemplate, the sports movement and use of muscle groups involved in showjumping, and to evaluate the feasibility and validity of this methodology. To this objective, it was used two groups of eight horses each, a higher performance group (DS) and a lower performance one (DI), which performed two tests: an incremental jumps test (TSI) and another one with incremental velocities (TVI) , both accomplished in the field. The following variables were measured: heart rate (HR), blood lactate (LAC), glucose (GLUC), blood gas parameters, plasma ions and enzymes related to muscle metabolism, as well as indices derived from these variables and the relationship between these variables and the exercise intensity were calculated. All variables were evaluated by analysis of variance and subsequent Holm-Sidak test, with significance level of 5%. Both the TSI and the TVI caused alterations in almost all measured variables compatible with the duration and nature of the exercise. Differences between groups were found in performance tests for HR, LAC, GLUC, and some of blood gas measurements. These differences may be related to better cardiovascular and metabolic adaptation for the sport in question. It is concluded that the proposed methodology is feasible and valid to assess fitness of showjumping horses as it was able to detect differences between the two groups tested.

Keywords: equestrian sport, fitness evaluation, performance, show jumping.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Brasil possui uma das maiores populações de equinos do mundo e apesar de ainda em franca expansão, as atividades econômicas ligadas à equinocultura movimentam montantes significativos dentro do agronegócio brasileiro. Nesta perspectiva, os equinos de esporte ocupam lugar de destaque e encontram-se na vanguarda na utilização de produtos, serviços e da pesquisa científica.

Paralelamente a este crescimento, desde meados da metade do século passado, impulsionadas pela disputa mundial bipolar entre capitalismo e comunismo, e patrocinadas por EUA e URSS, as ciências do esporte desenvolveram-se substancialmente e contribuíram para a evolução de quase todas as modalidades esportivas praticadas no mundo.

Inserida hoje nesta confluência das ciências do esporte e da equinocultura, encontra-se a fisiologia do exercício equino, que vem contribuindo para o entendimento e evolução dos esportes equestres há algumas décadas. Atualmente, equinos de esporte são encarados como atletas, requerendo esquemas elaborados de seleção genética, nutrição e treinamento. Parte importante dos esquemas de treinamento com base científica são as avaliações de aptidão física ou o controle da intensidade do treinamento desportivo, os quais podem seguir diversas metodologias de acordo com as particularidades de cada modalidade desportiva.

O desempenho de um atleta nas diversas modalidades desportivas é resultante da interação de diversos fatores, estes podendo ser físicos, psicológicos, técnicos ou táticos sendo, portanto, a avaliação deste desempenho extremamente complexa. Na literatura do desporto, ampla discussão a cerca da metodologia empregada na avaliação destes fatores vem acontecendo há décadas, sendo que particularmente nos desportos equestres, esta discussão ganhou forma há pouco tempo e questões relevantes como a adaptação de metodologias originalmente elaboradas para atletas humanos e a especificidade de treinamento e avaliação para cada modalidade equestre vêm sendo levantadas.

Apesar do salto equestre ser uma modalidade olímpica há mais de cem anos, além de envolver cavaleiros, treinadores e Médicos Veterinários de todo o mundo, ainda hoje existe demanda por proposições e verificações de metodologias de avaliação específicas para a modalidade, já que a literatura neste assunto ainda é escassa. Nas últimas décadas, vários estudos foram realizados para se avaliar cavalos atletas, mas poucos se utilizando de metodologias de avaliação que respeitassem, de alguma maneira, as particularidades da modalidade salto (PICCIONE et al., 2007; ROGERS et al., 2007).

Como ressaltaram Lekeux et al. (1991), em um dos primeiros trabalhos com animais da modalidade, o conhecimento da fisiologia do exercício realizado por um equino especificamente em uma competição da modalidade em questão é necessário para a correta prescrição de seu treinamento. Deste conhecimento, continuam os autores, emergiria um padrão fisiológico que seria a base para melhorias no manejo, nos programas de treinamento e nas avaliações da aptidão física destes atletas.

Desde então, muitos estudos realizaram várias mensurações durante eventos da modalidade (CLAYTON; BARLOW, 1991; LEKEUX et al., 1991; AGUILERA-TEJERO et al., 2000; PICCIONE et al., 2010) o que, certamente, colabora para o entendimento da demanda metabólica deste tipo de esforço.

Porém, para a análise dos fatores que contribuem para o desempenho final, certamente exercícios controlados são mais apropriados. Em outra vertente, alguns estudos realizaram testes de cavalos praticantes da modalidade salto, mas com metodologia que não envolvia o salto (SANTOS; 2006; MIRIAN, 2009; BITSCHNAU et al., 2010), o que pode proporcionar controle ambiental para se analisar fatores relacionados ao desempenho, mas negligencia algumas diferenças importantes como o gesto desportivo e o grupamento muscular utilizado no esporte.

Muitos fatores fisiológicos e, conseqüentemente, variáveis associadas a estes fatores, foram propostos como sendo determinantes para o desempenho de atletas. Dentre as variáveis mais estudadas em equinos destacam-se as cardíacas, as relacionadas com as vias metabólicas de produção de energia muscular, e as hematológicas.

A mensuração da frequência cardíaca (FC) e de sua relação com a carga do exercício são reconhecidas como variáveis de avaliação de aptidão física tanto em atletas humanos como em equinos, e são usadas rotineiramente para acompanhamento e prescrição de intensidade de treinamento tanto no mundo como em nosso país, principalmente por sua facilidade de mensuração (COUROUCÉ, 1997; ROGERS et al., 2007; FERRAZ et al., 2009).

Na mesma linha de pensamento Lindner e Boffi (2007) ressaltaram que a maioria dos trabalhos que avaliaram a capacidade competitiva por meio da mensuração da FC compararam animais jovens ou destreinados com animais em treinamento, sendo que aqueles demonstraram FC mais altas que estes em exercício padronizados. E como relataram os mesmos autores, os equinos quando realizam exercícios de mesma intensidade, mas duração diferente, mantém a mesma frequência cardíaca, comportamento este díspar do lactato plasmático, o que faz a FC ser uma variável menos sensível na avaliação da capacidade competitiva destes atletas.

Apesar da FC ser influenciada por outros fatores que não a intensidade do exercício como o nível de excitação, dor, ou medo, Grankow e Evans (2006) relataram que uma alta repetitividade da relação linear entre a FC e a intensidade de esforço tem sido documentada na literatura, sendo esta relação precisa e reproduzível individualmente para equinos em FC entre 120 e 210 bpm.

Valores menores que 120 bpm podem ser resultados da influência de fatores psicogênicos como ansiedade e medo. Já em exercícios que produzem frequências maiores que 210 bpm observa-se a tendência de formação de um platô mesmo com o incremento da intensidade de exercício, indicando proximidade a frequência cardíaca máxima.

Em um teste incremental tradicional, os parâmetros derivados da relação velocidade frequência cardíaca são a V_{140} , V_{150} , V_{170} , V_{180} e V_{200} , respectivamente as velocidades em que são aferidas as FC de 140, 150, 170, 180 e 200 (LINDNER; BOFFI, 2007; EVANS, 2008) com destaque para a V_{200} , amplamente utilizada para cavalos de corrida mas que possui limitações em sua utilização para cavalos de salto pois somente é alcançada em exercícios de muito alta intensidade.

Outro índice proposto e muito utilizado é a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), e sua velocidade associada ($V_{FC_{máx}}$) (EVANS, 2008). Testes a campo, monitorados por GPS e frequencímetro digital, mostraram que a relação entre a velocidade máxima ($V_{máx}$) e a velocidade observada durante a frequência cardíaca máxima ($V_{FC_{máx}}$) pode auxiliar na predição de desempenho nas diversas modalidades esportivas equestres (GRAMKOW; EVANS, 2006).

Em outra vertente, Muñoz et al. (1999) ressaltaram que o sucesso do atleta equino está intimamente ligado à relação entre a capacidade oxidativa e glicolítica do indivíduo. Sendo assim, o estudo da fisiologia muscular durante o exercício torna-se necessário para o melhor treinamento dos atletas, passando obrigatoriamente pela compreensão dos mecanismos de geração de energia no músculo, incluindo as duas vias citadas.

Há alguns anos pensava-se que o aumento da intensidade do exercício levaria a um ponto no qual uma quantidade insuficiente de oxigênio estaria disponível para a fosforilação oxidativa e moléculas de $NADH_2$ seriam reoxidadas através da transformação do piruvato em lactato, gerando um acúmulo deste último no músculo e posteriormente no sangue. Este modelo apontava o déficit de oxigênio como o único fator para o acúmulo de lactato muscular e sanguíneo (MYERS; ASHLEY, 1997).

Apesar de alguns pesquisadores ainda utilizarem o modelo previamente explanado (WASSERMAN et al., 1999), outros trabalhos apontaram não somente a falta de oxigênio, mas o aumento do fluxo da glicose e o recrutamento de fibras musculares que produzem energia pela via anaeróbia como mecanismos responsáveis pelo acúmulo de lactato (ANTONUTTO; DI PRANPERO, 1995; BILLAT, 1996; PHILP et al., 2005). Entende-se por estes trabalhos que a via anaeróbia indica a produção de energia sem a participação de oxigênio e não necessariamente a não disponibilidade do mesmo. O fato do acúmulo de lactato dar-se em intensidades próximas a 75-80% da VO_{2max} reforça esta hipótese.

Adicionalmente, alguns trabalhos recentes que se utilizaram da técnica de respirometria de alta resolução em preparados musculares *in vitro*, sugeriram que a concentração de outros substratos, como ADP e Ca^{2+} , parecem ser chaves para a

capacidade respiratória celular das células musculares, tanto em humanos quanto em equinos (GNAIGER, 2009; VOTION, et al., 2012)

Em outra vertente, existem trabalhos que descrevem que o lactato, cuja concentração nos tecidos musculares e no sangue aumenta muito durante o exercício, tem por função modular propriedades catabólicas de algumas enzimas envolvidas na liberação e responsividade de hormônios, controlando assim a homeostase (PHILP et al., 2005; SOLA-PENNA, 2008), além de ser reconhecidamente fonte de energia metabolizável em fibras oxidativas (LINDINGER, 2011).

Neste contexto, como citado por Myers e Ashley (1997), o conceito de que um limiar existe, e que nesta intensidade de exercício ocorre súbito aumento no metabolismo anaeróbio e conseqüente acúmulo de lactato, foi proposto por Hill e sua equipe nos anos 20 do século passado e popularizado por Wasserman e McIlroy (1964), Wasserman e Whipp (1975) e Wasserman et al (1990).

Este pretense limiar, hoje entendido mais como uma intensidade de início de aumento de lactatemia, é um parâmetro que vem sendo utilizado para a quantificação de cargas em programas de treinamento de atletas humanos (OLIVEIRA et al., 1994), pesquisas na área de fisiologia do exercício (MCLELLAN; JACOBS, 1989; SIMÕES et al., 2010) e mais recentemente foi objeto de vários estudos em equinos atletas (TRILK et al., 2002; GONDIM et al., 2007; LINDNER, 2010) e apesar de extensamente investigado, ainda é objeto de grande discussão e discordância no meio científico desportivo, decorrente de suas denominações, metodologias e empregos (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003).

Apesar de discussões e discordâncias, é certo que a relação entre a lactatemia e a intensidade do exercício é um dos parâmetros importantes a ser mensurado nos esportes equestres (LINDNER, 2010). Advindos desta relação entre a lactatemia e a intensidade de esforço, muitas são as variáveis estudadas na literatura, sendo que o V_2 , V_3 e V_4 , intensidades de esforço que produzem lactatemias de 2, 3 e 4 mmol.l⁻¹ são as mais encontradas na literatura do esporte equestre (BAS et al., 2000). Recentemente, Lindner (2010) preconizou também a utilização do $V_{1,5}$ para treinamento da capacidade

física resistência, parâmetro este que, analogamente, representa a intensidade de exercício que corresponde a lactatemia de $1,5 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Por outro lado, alguns trabalhos procuram estudar outras variações metabólicas decorrentes do exercício, sem utilizar concentrações plasmáticas de lactato. O trabalho de Simões et al. (1998), baseado nas observações iniciais de Chmura et al. (1994) e Wilmore e Costill (1994) teve como conclusão a possibilidade de se determinar o limiar anaeróbio a partir do comportamento da glicemia em corredores fundistas. Deste então, a mesma equipe vem trabalhando e aprofundando a utilização de índices de aptidão física baseados na glicemia (SIMÕES et al., 2003; SALLES et al., 2011). Em equinos, de acordo com Ferraz et al. (2008), em esteira rolante, houve coincidência do início do acúmulo de lactato sanguíneo e o ponto de inflexão da curva glicêmica.

Ainda em outra vertente, alguns autores relataram que variáveis hematológicas como o hematócrito e a concentração de hemoglobina plasmática, podem ser utilizadas para avaliação dos efeitos, tanto do exercício como do treinamento (TYLER-MCGOWAN et al., 1999) apesar de alguns óbices na sua utilização serem colocados por outros autores (LINDNER, 2000).

Bayly e Kline (2007) reportaram que o estudo das variáveis hematológicas produzem uma estimativa de condições enfermas dos equinos atletas e possuem pouca utilidade na avaliação da condição física dos mesmos. Lindner (2000), relatou que índices de predição de desempenho que não baseados na lactatemia, como os hematológicos, apesar de apresentarem utilidade, ainda não são capazes de apresentar informações fidedignas quando utilizados exclusivamente.

Além das variáveis hematológicas mais tradicionais como contagem de eritrócitos, leucócitos e hematócrito, alguns outros indicadores tem sido utilizados como as concentrações séricas dos íons perdidos no suor, sendo estes: Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} (BAYLY; KLINE, 2007).

Muitos autores relataram alterações transitórias no equilíbrio hidroeletrólítico e ácido básico após o exercício em geral, e especificamente para o salto, como elevação do lactato, redução no bicarbonato, hipernatremia, hipercalemia e hipocalcemia

(AGUILERA-TEJERO et al., 2000), no entanto, ainda não é claro qual o papel destas variáveis na determinação do desempenho destes animais.

Foreman et al. (1996) também relataram as variações de pH em cavalos submetidos a diferentes intensidades e modalidades de exercício, sendo que durante o galope estes autores observaram acidose respiratória caracterizada por elevação da pCO_2 e também metabólica, definida pela baixa concentração sanguínea de bicarbonato. Já na recuperação os mesmo autores relataram alcalose respiratória pela redução da pCO_2 e mínima variação nas concentrações de bicarbonato.

Foi relatado por Ainsworth (2008) que o exercício, tanto em atletas humanos como equinos, produz hipoxemia, sendo a hiperventilação alveolar após o exercício a resposta usual a tal fato. Isto também é relatado na modalidade salto, como mecanismo compensatório para evitar maiores variações de pH, incluindo ainda o consumo de bicarbonato e a redução da pCO_2 (AGUILERA-TERRERO et al., 2000).

Apesar de serem classicamente marcadores clínicos de lesão muscular, autores têm relatado aumento fisiológico das concentrações plasmáticas de certas enzimas musculares. As enzimas utilizadas para este fim são a creatinaquinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e lactato desidrogenase (LDH), enzimas celulares que devido a microtraumas e aumento da permeabilidade do sarcolema são extravazadas a circulação sanguínea (TEIXEIRA-NETO et al., 2008; FERRAZ et al., 2010)

Contrariamente, Bogin et al. (1989 apud Silva et al., 2007) afirmaram que um programa de treinamento adequado, devidamente ajustado ao condicionamento físico do equino, não leva ao aumento acentuado da atividade de enzimas de função muscular.

Em cavalos de salto, Art et al. (1990), ao investigar respostas fisiológicas após prova da modalidade, relataram aumento significativo das enzimas CK, AST e LDH. Os autores justificaram os achados afirmando que o salto apesar de atividade de curta duração e velocidade mediana, provavelmente constitui esforço de intensidade elevada.

Pelo ante exposto, o presente trabalho objetivou propor e estudar uma metodologia de avaliação da aptidão física que contemplasse o gesto desportivo e o trabalho do grupamento muscular envolvido no salto. Para efeito de comparação,

utilizaram-se dois grupos de equinos com históricos de desempenho distintos na modalidade.

O capítulo 2 descreve os dois testes de exercício padronizado que compuseram a metodologia de avaliação, o teste de saltos incrementais (TSI) e o teste de velocidades incrementais (TVI), e traz os resultados e discussão a cerca das variáveis frequência cardíaca, lactatemia, glicemia e hemogasometria dos animais testados. E finalmente, os capítulos 3 e 4 evidenciam respectivamente os resultados e considerações a cerca das variáveis hematológicas e da atividade sérica de enzimas musculares dos animais submetidos ao teste com saltos.

REFERÊNCIAS

AGUILERA-TERRERO, E.; ESTEPA, J. C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRIGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Medicine**, n. 68, p. 103-108, 2000.

AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercise and training In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine exercise physiology: The science of exercise in the athletic horse**. Philadelphia: Saunders Elsevier: 2008. p. 11-27.

ANTONUTTO, G.; DI PRANPERO, P. E. The concept of lactate threshold: A short review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 35, p. 6-12, 1995.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. *Equine Veterinary Journal Supplement*, n. 9, p. 78-82, 1990.

BAS, A.; BAS, S.; MUÑOS, A.; RUBIO, M. D.; CASTEJÓN, F. M. Definición e importancia del umbral anaeróbico em el caballo de deporte. **Medicina Veterinaria**, v.17, n. 10, p. 247-256, 2000.

BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI F. M. **Fisiología del ejercicio em equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007. p.145 – 151.

BILLAT, L. V. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training. **Sports Medicine**, v. 22, p. 157-175, 1996.

BITSCHNAU, C.; WIESTNER, T.; TRACHSEL, D. S.; AUER, J. A.; WEISHAUPT, M. A. Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. **Equine Veterinary Journal**, v, 42, s. 38, p. 17-22, 2010.

CHMURA, J.; NAZAR, K.; KACIUBA-USCILKO, H. Choice reaction time during graded exercise in relation to blood lactate and plasma catecholamine thresholds. **International Journal of Sports Medicine**, v. 15, n. 4, p. 172-176, 1994.

CLAYTON, H. M; BARLOW, D. A. Stride characteristics of four grand prix jumping horses. **Equine exercise physiology 3**, p. 151-157, 1991.

COUROUCÉ, A.; CHATARD, J. C.; AUVINET, B. Estimation of performance potential of standardbred trotters from blood lactate concentrations measured in field conditions. **Equine Veterinary Journal**, v. 29, n. 5, p. 365-369, 1997.

EVANS, D. . Exercise testing in the Field. In: HINCHCLIFF, K. W.; GEOR, R. J.; KANEPS, A. J. **Equine exercise physiology: The science of exercise in the athletic horse**. Philadelphia: Saunders Elsevier: 2008. p. 11-27.

EVANS, D. L. **Training and fitness in athletic horses**. Sidney: Rural Industries Research e development corporation, 2000.

FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, s. 38, p 191-195, 2010.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n.6, p. 431-437, 2009.

FOREMAN, J. H.; GRUBB, T. L.; BENSON, G. J.; FREY, L. P.; FOGLIA, R. A.; GRIFFIN, R. L. Acid-base and electrolyte effects of shortening steeplechase in a Three-day-event. **Equine Veterinary Journal**, v. 28, n. S22, p. 85-90, 1996.

GONDIM, F. J.; ZOPPI, C. C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; MACEDO, D. V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. **Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 146, n. 3, p. 375-380, 2007.

GNAIGER, E. Capacity of oxidative phosphorylation in human skeletal muscle. New perspectives of mitochondrial physiology. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, v. 41, p. 1837-1845, 2009.

GRAMKOW, H. L.; EVANS, D. L. Correlation of race earnings with velocity at maximal heart rate during a field exercise test in Thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal**, v. 38, n.S36, p. 118-122, 2006.

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; AMORY, H. Heart rate, hematological and serum biochemical responses to show jumping. **Equine exercise physiology** 3, p. 385-390, 1991.

LINDINGER, M. I. Lactate: metabolic fuel or poison for racehorses? **Experimental Physiology**, v. 96, n. 3, p. 261, 2011.

LINDNER, A. Relationship between racing times of Standardbred and V_4 and V_{200} . **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 950-954, 2010.

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

LINDNER, A; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio In: BOFFI, F. M. **Fisiología del ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica Editorial, 2007. 302p.

MCLELLAN, T. M.; JACOBS, I. Active recovery, endurance training, and the calculation of the individual anaerobic threshold. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 21, n. 5, p. 586-592, 1989.

MIRIAN, M. **Padronização de teste incremental de esforço máximo a campo para cavalos que pratiquem “Hipismo Clássico”**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2008.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R., RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; CASTEJÓN, F. M. Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross-country events. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 61, n. 1, p. 13-20, 1999.

MYERS, J.; ASHLEY, E. Dangerous curves. A perspective on exercise, lactate, and the anaerobic threshold. **Chest**, v. 111, n. 3, p. 787-795, 1997.

OLIVEIRA, F. R.; GAGLIARD, J. F. L.; KISS, M. A. P. D. Proposta de referência para prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 8, n. 2, p. 68-76, 1994.

PHILIP, A.; MACDONALD, A. L.; WATT, P. W. Lactate – a signal coordinating cell and systemic function. **The Journal of Experimental Biology**, v. 208, p. 4561-4575, 2005.

PICCIONE, G.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F.; DI MAURO, S.; CAOLA, G. Hematological response to different workload in jumper horses. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**, v. 10, n. 4, p. 21-28, 2007.

PICCIONE, G.; MESSINA, V.; CASELLA, S.; GIANNETTO, C.; CAOLA, G. Blood lactate levels during exercise in athletic horse. **Comparative clinical Pathology**, v. 19, p. 535-539, 2010.

ROGERS, C. W.; RIVERO, J. L. L.; BREDA, E.; LINDNER, A.; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M. Describing workload and scientific information on conditioning horses. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 4, n. 1, p. 1–6, 2007.

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

SILVA, I.A.C.; DIAS R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.250-252, 2007.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C. S. G.; BALDISSERA, V.; DENADAI, B.S; KOKUBUN, E. Determinação do limiar anaeróbio por meio de dosagens glicêmicas e lactacidêmicas em testes de pista para corredores. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 12, p. 17-30, 1998.

SOLA-PENNA, M. Metabolic regulation by lactate. **IUBMB Life**, v. 60, n. 90, p. 605-608, 2008.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 2, p. 299-323, 2003.

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MOSCARDINI, A. R. C.; BALSAMÃO, G. M.; SOUZA, J. C. F.; QUEIROZ-NETO, A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549, 2008.

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 Supplement**, n. 34, p. 122-125, 2002.

TYLER-McGOWAN, C. M.; GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J.. Haematological and biochemical responses to training and overtraining. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. S30, p. 621-625, 1999.

VOTION, D; GNAIGER, E; LEMIEUX, H; MOUITHYS-MICKALAD, A; SERTEYN, d. Physical Fitness and Mitochondrial Respiratory Capacity in Horse Skeletal Muscle. **PloS ONE**, v. 7, n. 4, p. 1-12, 2012.

WASSERMAN, K.; BEAVER, W. L.; WHIPP, B. J. Gas exchange theory and the lactic acidosis (anaerobic) threshold. **Circulation Supplement**, v. 81, n. 1, p. 14-30, 1990.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J. E.; SUE, S. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of Exercise Testing & Interpretation: Including Pathophysiology and Clinical Applications**, 3 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1999. 553p

WASSERMAN, K.; MCLLROY. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **The American Journal of Cardiology**, v. 14, p. 844-852, 1964.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J. Exercise physiology in health and disease. **American Review of Respiratory Disease**, v. 112, n. 2, p. 219-249, 1975.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Physiology of sport and exercise**. Champaign: Human Kinetics Publishers, 2 ed., 2004. 726p.

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA PARA O SALTO DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO DISTINTOS

RESUMO

Apesar do salto equestre ser uma modalidade olímpica há mais de um século ainda há grande carência no desenvolvimento de metodologias de avaliação desportiva para a modalidade. O presente estudo objetivou, portanto, propor metodologia de avaliação da aptidão física específica para equinos de salto e testar sua exequibilidade e validade. Foram utilizados dois grupos de oito animais, um de desempenho superior (DS) e outro inferior (DI). Ambos realizaram dois testes de exercício: o teste de saltos incrementais (TSI) e o teste de velocidades incrementais (TVI). O TSI foi realizado em três estágios, cada um contendo 40 saltos de altura crescente (40, 60 e 80 cm). O TVI foi realizado em quatro estágios de velocidades crescentes (160, 280, 400 e 520 m.s⁻¹). Durante os testes foram mensurados a frequência cardíaca (FC), a lactatemia (LAC), a glicemia (GLIC), variáveis hemogasométricas e íons plasmáticos. Adicionalmente, índices derivados da relação entre as variáveis e a intensidade do exercício foram calculados. O TSI foi caracterizado por aumento na FC e LAC, queda na GLIC, hipercapnia, hipoxemia, redução no excesso de base e saturação de oxigênio, aumentos na natremia e calemia e redução na calcemia. O TVI caracterizou-se por aumento a FC e LAC, hipocapnia, quedas no excesso de base, concentração de bicarbonato e gás carbônico, além de aumentos na natremia, calemia e magneemia e queda na calcemia. Diferenças entre os dois grupos foram encontradas nos dois testes. A metodologia proposta para a avaliação da aptidão física de cavalos de salto foi exequível e válida já que o TSI, ao avaliar a capacidade de salto, e o TVI, ao avaliar capacidade aeróbia, foram capazes de evidenciar diferenças entre os grupos para as variáveis mensuradas.

Palavras-chave: aptidão física, avaliação desportiva, desempenho, equinos de salto, hipismo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos grande interesse no conhecimento da fisiologia do exercício em equinos tem sido demonstrado pela comunidade científica (SABEV, 2011) e como ressalta Piccione et al. (2007), o correto manejo de animais atletas, incluído aí seu treinamento e avaliação, tem de ser baseado no conhecimento dos processos funcionais e metabólicos envolvidos na modalidade que o mesmo pratica.

O salto, modalidade olímpica desde 1900 (INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE, 2011) e muito popular em vários países do globo, apesar do antigo histórico, ainda é uma modalidade que carece de estudos científicos que embasem melhor os esquemas de treinamento e avaliação de seus atletas (SABEV, 2011).

O tempo médio de duração das provas de salto varia entre 70 a 80 segundos, em uma velocidade de 350 a 400 m/min e podem possuir números de obstáculos variáveis, como por exemplo, de 6 a 13 (ART et al., 1990; CLAYTON, 1996). Outros pontos importantes a serem destacados são a altura dos obstáculos e a ocorrência de obstáculos combinados como duplos e oxers, o que certamente aumentam o nível de exigência metabólica destas provas.

Um protocolo de treinamento convencional da modalidade de salto inclui adestramento, treinos de coordenação e força, mas melhoras nas capacidades aeróbia e anaeróbia raramente são buscadas (BARREY; VALETTE, 1993). Os mesmos autores relataram ainda que, na época do estudo, mais conhecimento era necessário para que protocolos de treinamento com melhor embasamento científico fossem implementados.

No mesmo contexto, há mais de vinte anos, Lekeux et al. (1991) já indicavam que apesar da pouca duração e baixa velocidade da modalidade, a produção energética para a manutenção do exercício é provida não somente por vias oxidativas, mas também em uma grande extensão pelo metabolismo anaeróbio. Com base nestes achados, os mesmos autores já recomendavam além do treinamento de resistência nos primeiros ciclos de treinamento para o salto, o treinamento de potência, como a corrida em superfícies ou esteiras inclinadas.

Vários estudos sobre a modalidade foram realizados nestes vinte anos, muitos se concentrando na investigação das alterações fisiológicas ocorridas em competições (DESMECHT et al., 1996; AGUILERA-TEJERO et al., 2000; PICCIONE et al., 2004; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006; PICCIONE et al., 2007; DIAS et al., 2009; PICCIONE et al., 2010) ou em mensurações biomecânicas em atividades competitivas, de treinamento ou simulações (CLAYTON; BARLOW, 1991; POWERS et al., 2001; STACHURSKA et al., 2002; BOBBERT; SANTAMARIA, 2005) entretanto, raros estudos foram os que se debruçaram sobre os métodos de avaliação das capacidades aeróbia e anaeróbia de atletas desta modalidade.

Como relata Bitschnau et al. (2010), a avaliação da aptidão física é importante em todas as modalidades equestres e a padronização de testes de exercício é largamente reconhecida como valiosa para a monitoração do progresso do treinamento. Entretanto, os mesmos autores ressaltam que esta padronização muitas vezes passa por uma série de dificuldades pois fatores como a intensidade do exercício, peso do cavaleiro, condições ambientais, piso e ventilação ambiente muitas vezes são causas de variação.

Testes de exercício em equinos atletas podem ser realizados em esteiras rolantes ou a campo, com vantagens e desvantagens para ambos (EVANS, 2008). A avaliação de cavalos em uma esteira rolante e, conseqüentemente, sobre condições controladas é hoje relativamente comum e de procedimento simples. No entanto, os equipamentos ainda não estão disponíveis para grande parte dos animais atletas e ainda não fazem parte da rotina de cavaleiros, treinadores e médicos veterinários (HARRIS et al., 2007).

Os testes realizados em esteira rolante não sofrem a influencia do ginete e permitem o controle das condições ambientais, fatos que possibilitam melhor análise de resultados. Em contrapartida, testes realizados a campo simulam velocidades, andamentos, superfícies e ambientes similares aos de competição das diversas modalidades, preservando principalmente a biomecânica das modalidades (EVANS, 2008).

Pelo exposto acima, muitos estudos de avaliação de equinos a campo foram realizados, com relato de valores referenciais para equinos de corrida e trotadores (COUROUCE, 1999; VERMEULEN; EVANS, 2006) no entanto, poucos estudos foram feitos com equinos praticantes de salto (SLOET van OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006; BITSCHNAU et al., 2010) e muito pouco foi realizado para que se respeite a especificidade do salto equestre na avaliação de seus atletas (PICCIONE et al., 2004), principalmente no tocante a utilização de grupamentos musculares recrutados para o gesto desportivo da modalidade.

Cabe ressaltar aqui que a literatura nos mostra que um dos princípios do treinamento desportivo é o da especificidade, que postula que o efeito da atividade física exercida é específico para as fibras musculares envolvidas no exercício (POWERS; HOWLEY, 2000).

Neste contexto, sobre controle desportivo, Platonov (2008) ressalta:

“o conjunto das particularidades específicas da modalidade possui significado primordial na escolha dos indicadores utilizados no controle, pois a obtenção dos melhores resultados em diferentes modalidades depende de sistemas funcionais diferentes e exige reações adaptativas específicas em relação ao caráter da atividade competitiva”.

O mesmo autor ainda observa que, nas modalidades de velocidade-força, cuja destreza de manifestar contrações musculares máximas e de curta duração, como as modalidades de corrida e salto nos humanos, os métodos de controle utilizados devem caracterizar o aparelho neuromuscular, o sistema nervoso central e os componentes da velocidade-força manifestados em testes com exercícios específicos (PLATONOV, 2008).

Na literatura do desporto humano, alguns autores vêm destacando a importância da especificidade nas avaliações de aptidão física e os problemas da transferência de conceitos de outras modalidades para o remo (COEN et al., 2003) e o ciclismo (ROECKER et al., 2003).

Neste contexto, Evans (2008) destaca que os testes a campo para equinos devem respeitar a maioria dos quesitos possíveis que se seguem: aquecimento,

distâncias percorridas, velocidades desenvolvidas e condições ambientais semelhantes ao treinamento ou a competição.

Este argumento da especificidade fortalece-se, pois recentemente foi demonstrado que a carga metabólica do exercício envolvendo o salto é diferente da advinda do mesmo percurso sem saltos (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006), desta maneira, as adaptações requeridas para a realização das modalidades sem salto são distintas das exigidas para a modalidade salto, tornando a avaliação dessa última mais complexa.

Na literatura dos esportes equestres vários são os índices de aptidão física propostos, mas os mais utilizados baseiam-se na mensuração da frequência cardíaca (FC), da lactatemia e consumo de oxigênio. No entanto, a mensuração do consumo de oxigênio é complexa, e fica restrita a condições laboratoriais e fins de pesquisa, tornando a FC e lactatemia largamente utilizadas nestes esportes (BITSCHNAU et al., 2010).

Individualmente, a relação entre FC e intensidade do exercício varia com o treinamento e o nível de condicionamento físico, mas também pode ser afetada por certas condições clínicas, como claudicação, afecções respiratórias e o nível de excitação (KOBAYASHI, 1999) sendo o índice mais utilizado em equinos PSI o V_{200} , intensidade do exercício em que o animal atinge FC de 200 bpm. Outro índice proposto e muito utilizado é a frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$), e sua velocidade associada ($V_{FCmáx}$) (EVANS, 2008).

Apesar de bem estabelecidas, tanto a V_{200} quanto a $V_{FCmáx}$ só podem ser mensuradas em exercícios de alta intensidade, o que certamente compromete sua utilização em cavalos que habitualmente não executam tais exercícios, como é o caso de alguns atletas da modalidade salto. Outros índices submáximos como o V_{120} , V_{140} , V_{150} e V_{180} são pouco citados e explorados pela literatura dos esportes equestres, apesar de teoricamente serem atingidos em exercício de intensidade menor e conseqüentemente serem de mensuração e análise mais fácil (ERICKSON, 1987). Ainda assim, estes índices não respeitam uma das características básicas da

especificidade da modalidade em questão, pois são obtidos em testes de exercício padronizado sem saltos.

Quanto aos índices baseados em mensurações da lactatemia destacam-se os chamados limiares de lactato, alguns possuidores de excelente nível de individualização porém dependentes de protocolos extremamente complexos, como o caso da Máxima Fase Estável do Lactato, e outros de rápida execução mas possuidores de algumas desvantagens como os limiares fixos V_2 , V_3 e o mais conhecido e utilizado no meio equestre o V_4 , velocidade correspondente a $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactatemia (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003; LINDNER, 2010).

A utilização de outras variáveis para avaliação de equinos atletas foram propostas, como a quantificação do equilíbrio ácido básico, dos gases sanguíneos e de concentrações séricas de íons como o Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} (AGUILERA-TEJERO et al., 2000; BAYLY ;KLINE, 2007; FERRAZ et al., 2010). No entanto, informações mais detalhadas sobre como devem ser interpretadas as alterações dessas variáveis ainda são necessárias.

Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi propor uma metodologia de avaliação específica para cavalos de salto, contendo teste de exercício padronizado que contemple o gesto desportivo da modalidade, testar sua exequibilidade e validade por meio da comparação de dois grupos de animais de desempenho distintos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Animais e ginetes

Utilizaram-se dezesseis equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos e fêmeas, com idade de $11,6 \pm 3,1$ anos, peso de $490,2 \pm 53,7$ Kg, altura de $1,59 \pm 0,09$ praticantes da modalidade salto, advindos da criação da Coudelaria de Rincão e pertencentes ao Exército Brasileiro (EB) e estabulados na Academia Militar das Agulhas Negras, Resende – RJ, latitude $22^{\circ}26'59,41''\text{S}$, longitude $44^{\circ}27'9,55''\text{O}$ e altitude de 396,4 m.

O manejo nutricional diário foi constituído por fornecimento de alimento volumoso à vontade e concentrado comercial em quantidade equivalente a 1% da massa corpórea. Os animais foram submetidos a exame clínico completo, além de hematológico, bioquímico e hemogasométrico no sentido de determinar a higidez necessária para a participação do experimento.

Quatro ginetes participaram dos testes, todos instrutores profissionais, possuidores do curso de pós graduação *latu sensu* “Instrutor de Equitação”, da Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro – RJ. Os cavaleiros possuíam altura entre 1,75 e 1,83m, peso entre 75 e 83 Kg e foram distribuídos nas montarias aleatoriamente.

Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em dois grupos, um de desempenho superior (DS) e outro inferior (DI), de acordo com o histórico de participação em provas da modalidade salto. Os animais com histórico de participação somente em provas na categoria Amador, nível Escola de Equitação, com obstáculos de altura máxima de 1,00 m, foram classificados como sendo do grupo de desempenho inferior (DI) e os com histórico de participação nos últimos dois anos de provas de categoria Sênior, nível CSN e CSN 1*, com obstáculos com alturas máximas de 1,10 e 1,20 m, foram classificados como sendo de desempenho superior (DS) (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO, 2012).

Ambos os grupos participavam de treinamento regular a pelo menos um macrociclo completo, totalizando 10 meses. No grupo DS os equinos eram treinados em média quatro vezes por semana, com duas a três seções de flexionamento seguido de ginástica de salto, uma a duas seções de flexionamento isolado e uma seção de trabalho em exterior. No grupo DI os equinos eram treinados semelhantemente mas com média de três seções por semana e ginásticas de salto envolvendo esforços de menor altura.

Os dados médios de idade, peso e nível competitivo podem ser vistos na tabela 1. Comparação dos dados biométricos pelo teste t de Student também pode ser visto na tabela.

Tabela 1. Dados biométricos médios (média \pm desvio padrão) dos animais do grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI).

Grupo	n	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (m)	Categoria	Nível
DS	8	10,2 \pm 1,7	513,1 \pm 50,4	1,63 \pm 0,1	Sênior	CSN/CSN 1* 1,10/1,20 m
DI	8	13,0 \pm 3,6	467,3 \pm 49,0	1,56 \pm 0,1	Amador	Escola de Equitação 1,00 m
Total	16	11,6 \pm 3,1	490,2 \pm 53,7	1,59 \pm 0,1	-	-
<i>p</i>	-	0,08	0,06	<0,01		

A metodologia de avaliação contemplou dois testes de exercícios submáximos: o teste de saltos incrementais (TSI) e o teste de velocidades incrementais. Além dos exames que precederam o início dos testes, os animais foram novamente submetidos a exame clínico, hematológico e hemogasométrico completo e após o primeiro teste, para se garantir que todos os animais continuavam hígidos. Todos os animais foram submetidos aos dois testes, sendo que o TSI foi executado nos dias 2 e 3 e o TVI nos dias 5 e 6, garantindo um intervalo de 72h para cada animal. O diagrama de execução pode ser visto na figura 1.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado (DBC) sendo os fatores de influência: os grupos (DS e SI); os testes (TSI e TVI) e os estágios dentro de cada teste, para as variáveis que foram mensuradas após cada estágio.

AVALIAÇÃO DE EQUINOS BRASILEIRO DE HIPISMO PRATICANTES DA MODALIDADE SALTO	
Exame clínico, hematológico e hemogasométrico	
Dia 1	Todos os animais (n = 16)
Teste de saltos incrementais	
Dia 2	Primeiro plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)
Dia 3	Segundo plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)
Segundo exame clínico	
Dia 4	Todos os animais (n = 16)
Teste de velocidades incrementais	
Dia 5	Primeiro plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)
Dia 6	Segundo plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)

Figura 1. Diagrama de execução do teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). DS = grupo de desempenho superior; DI = grupo de desempenho inferior.

Teste de saltos incrementais (TSI)

O TSI foi proposto como sendo um teste de exercício submáximo padronizado que contempla o gesto desportivo da modalidade e, portanto o emprego dos grupamentos musculares específicos do salto. Este teste teve por objetivo avaliar a aptidão física para o exercício de salto isoladamente, tanto quanto possível.

O TSI foi conduzido em picadeiro coberto de areia com dez obstáculos dispostos em duas fileiras, totalizando um percurso de 74 metros. Esquema e foto deste percurso podem ser vistos nas figuras 2 e 3.

Antes do teste, um aquecimento de 10 minutos nos andamentos passo e trote foi realizado. O teste foi composto de três estágios com as alturas crescentes de 40, 60 e 80 cm nos obstáculos, todos verticais simples. Cada estágio foi realizado em quatro voltas no percurso em velocidade constante aproximada de $300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ e um intervalo de três minutos entre os mesmos. Um resumo do teste pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2. Resumo das variáveis do teste de saltos incrementais (TSI).

Estágio	Altura (cm)	Voltas	Saltos	Velocidade (m.min ⁻¹)	Distância (m)
1	40	4	40	300	296
2	60	4	40	300	296
3	80	4	40	300	296
Total	-	16	120	-	888

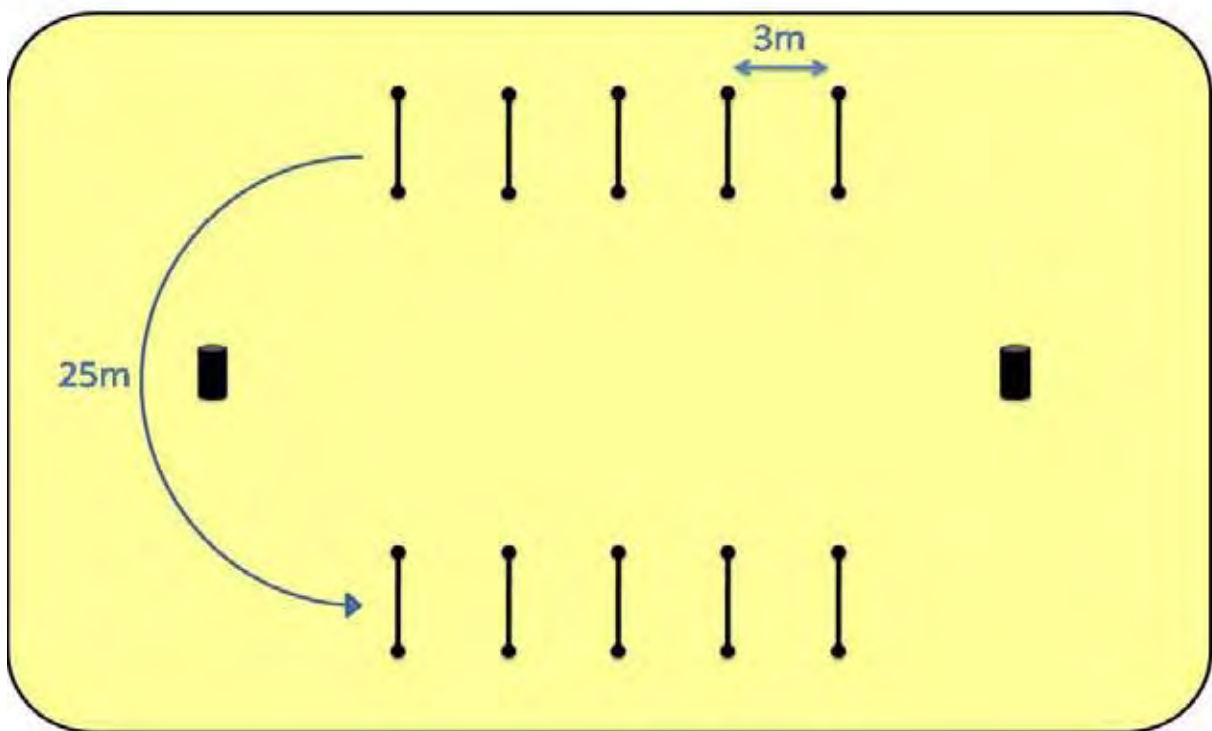


Figura 2. Modelo esquemático do percurso utilizado no teste de saltos incrementais (TSI). Nota-se a distância entre os obstáculos simples de três metros e a distância de cada curva de 25m, totalizando 74m.



Figura 3. Picadeiro coberto com percurso montado contendo dez obstáculos (verticais simples) para a realização do teste de saltos incrementais (TSI).

As frequências cardíacas foram monitoradas por frequencímetro instalado nos animais¹ e coletadas por meio de programa computacional específico², sendo que as frequências de cada estágio foram consideradas como sendo as mensuradas pelo frequencímetro imediatamente após cada estágio do exercício. Não foi utilizada média da FC durante o estágio pois interferência na captação elétrica foi constatada durante os movimentos de salto, matéria que será melhor explorada nos resultados e discussão.

¹ Equine RS800CX G3, Polar Electro, Finlândia.

² Polar Pro Trainer Equine Edition, Polar Electro, Finlândia.

Logo após cada estágio, para conferência, as frequências também foram mensuradas através de ausculta torácica com utilização de estetoscópio.

A coleta de sangue, por meio de venopunção jugular, foi realizada antes e logo após cada estágio de exercício. Uma das alíquotas foi coletada em tubos com pressão negativa contendo fluoreto de sódio e imediatamente após cada coleta, o sangue foi centrifugado, o plasma separado e foram mensuradas a lactatemia e a glicemia em lactímetro de bancada³.

Outra alíquota de sangue, também venoso, dos tempos antes e após o exercício foi coletada e separada para análises hemogasométricas em aparelho portátil⁴, na qual foram analisadas as variáveis sanguíneas concentração de sódio (Na^+), concentração de potássio (K^+), concentração de cálcio ionizado (Ca^{2+}), potencial hidrogeniônico (pH), pressão parcial de gás carbônico (pCO_2), pressão parcial de oxigênio (pO_2), concentração de bicarbonato (HCO_3^-), dióxido de carbono total (tCO_2), excesso de base (BE), saturação de oxigênio (sO_2).

Por fim, mais uma alíquota de sangue dos tempos antes e após o exercício foi coletada em tubos com pressão negativa sem anticoagulante, centrifugada e separada para posterior mensuração colorimétrica de íons Magnésio (Mg^{2+})⁵ e Cloreto (Cl^-)⁶.

As variáveis calculadas para o TSI foram a diferença de lactatemia (LacDif) e diferença de glicemia (GlicDif) como sendo a diferença entre os valores de antes e após a realização do teste.

O TSI foi realizado em dois dias seguidos, no período da manhã, com temperatura do ar média de 23,5 °C e umidade relativa do ar (UR) média de 73,5 %.

Teste de velocidades incrementais (TVI)

O TVI foi proposto como um teste de exercício submáximo padronizado utilizado para a avaliação da capacidade aeróbia como parte da metodologia específica para

³ YSI 2300 Sport L-lactate and glucose analyzer. YSI Incorporated, EUA.

⁴ i-Stat, Care e CG8+ testing cartridge for i-Stat, Abbott Point of Care, EUA.

⁵ Espectrofotômetro BTS 315 e kits para dosagem de CK e AST Biosystem, Espanha.

⁶ Kit reagente para Cloretos, Labtest Diagnóstica S.A., Lagoa Santa-MG.

avaliação de cavalos de salto, seguindo prescrições contidas na literatura (LINDNER; BOFFI, 2007).

Este teste foi realizado em pista descoberta de areia, com metragem de 400m e nenhum obstáculo. Os estágios tiveram a duração de três minutos e foram realizados em velocidades de 160, 280, 400 e 520 m.min⁻¹, com um intervalo de dois minutos entre eles. As velocidades foram controladas por monitor dotado de sistema GPS instalado no pulso do cavaleiro além de avisos sonoros dados por pessoa da equipe munida de cronômetro. Um resumo do teste pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3. Resumo das variáveis do teste de velocidades incrementais (TVI).

Estágio	Velocidade (m.min ⁻¹)	Duração (min)	Distância (m)
1	160	3	480
2	280	3	840
3	400	3	1200
4	520	3	1560
Total	-	-	4080

O monitoramento da FC e coletas de sangue antes e durante o exercício foram realizadas de maneira análoga ao realizado no TSI, porém as FC dos estágios foram consideradas como sendo a média dos últimos 30s de cada estágio (BITSCHNAU et al., 2010). A coleta de sangue logo após o exercício foi realizada o mais breve possível, dentro de no máximo um minuto após o término do exercício.

A relação entre velocidade e frequência cardíaca foi estimada pela regressão linear $FC = y_0 + a.V$, na qual y_0 indica a interceptação ao eixo y, a é o coeficiente de aumento e V a velocidade (BITSCHNAU et al., 2010). Sendo assim possível o cálculo dos valores dos índices V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} e V_{180} . Para estes cálculos foram utilizadas as velocidades reais aferidas pelo sistema de monitoramento GPS.

A relação entre lactatemia e velocidade foi aproximada pela equação $LAC = y_0 + a.exp(b.V)$, em que LAC é lactatemia, y_0 a interceptação do eixo y, a o gradiente de

aumento, b o fator exponencial de aumento e V a velocidade (BITSCHNAU et al., 2010). Deste modo foi possível o cálculo dos índices V_2 , V_3 e V_4 .

O TVI foi realizado em dois dias seguidos, no período da manhã, com temperatura do ar média de 23,4 °C e UR média de 88,5%.

Análise estatística

Neste delineamento, para as variáveis FC, lactatemia, glicemia e variáveis hemogasométricas fez-se uma análise de variância (ANAVA) em esquema de parcelas subsubdivididas, e teste *post hoc* de Holm-Sidak para detecção de diferenças significativas. Para esta análise considerou-se os grupos (DS e DI), as subparcelas de tratamento os testes (TSI e TVI) e os tempos dentro de cada teste.

Para comparação das variáveis LacDif, GlicDif, todas as variáveis de associação entre velocidade e FC (V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} e V_{180}) e velocidade e lactatemia (V_2 , V_3 e V_4), utilizou-se o teste “t” de Student unicaudal para amostras homoscedásticas no intuito de se comparar os grupos. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas em programas computacionais específicos⁷. Os resultados estão apresentados em média \pm desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frequências cardíacas e suas variáveis associadas (V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} e V_{180}).

Teste de saltos incrementais (TSI)

No TSI, apesar do posicionamento dos eletrodos ter sido realizado exatamente como recomendado pelo fabricante, as mensurações das FC durante o exercício de salto foram extremamente prejudicadas por interferências de captação elétrica em vários animais. A despolarização da musculatura cardíaca pôde ser corretamente aferida durante os momentos de galope, mas sofria interferência assim que o animal

⁷ Minitab 14, Minitab Inc., Pensilvânia, EUA e Sigmaplot 11, Systat Software, Inc., California, EUA.

começava a realizar movimentos de salto. A figura 4 ilustra estes momentos de captação correta e interferências do movimento de salto.

Outros trabalhos utilizaram-se de frequencímetros para mensuração de equinos em atividade de salto (LEKEUX et al., 1991), porém estas mensurações foram realizadas em provas de salto. Em provas da modalidade a quantidade de saltos é muito menor do que a do presente trabalho e provavelmente a possível interferência decorrida do movimento também.

Estas interferências na captação elétrica de frequencímetros podem ser causadas por alguns fatores, entre eles o posicionamento de eletrodos próximo a grupamentos musculares ativos durante o exercício (WELKK, 2002; MARLIN; NANKERVIS, 2006). Possivelmente a ativação de grupamentos musculares utilizados no salto causaram esta interferência, o que não ocorreu nos momentos de galope. Isto poderia ser explicado pela ativação de diferentes grupamentos musculares ou ativação em intensidades diferentes nos dois tipos de exercício.

No TSI as FC de antes do exercício foram menores que as do exercício e conforme a altura de salto era aumentada nos estágios, a FC media aumentava ($p < 0,001$). Nos três estágios de saltos houve diferença entre os grupos ($p = 0,002$), sendo que o grupo DS mostrou FC menores para a mesma altura de salto. Estes resultados estão evidenciados na tabela 4 e na figura 5.

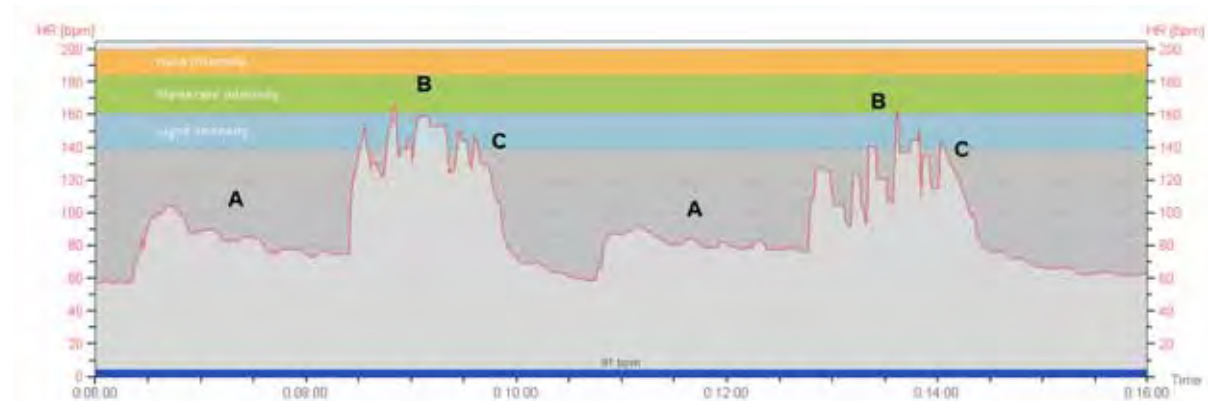


Figura 4. Representação gráfica dos valores de FC aferidos por frequencímetro no teste de saltos incrementais evidenciando-se interferência na captação dos impulsos elétricos. A = intervalos entre os estágios; B = estágios de saltos incrementais com interferência na captação de impulsos; C = fase de recuperação.

Tabela 4. Frequências cardíacas (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos ao teste de saltos incrementais (TSI).

Grupo	Frequência cardíaca (bpm)			
	Antes	40cm	60cm	80cm
DS (n=8)	36.4a ± 6.4	117.4b ± 16.0	140.0c ± 10.8	155.6.0d ± 12.8
DI (n=8)	34.3a ± 7.2	124,1b* ± 9.1	153.9c* ± 11.4	174.6d* ± 17.1

Letras após as médias denotam diferença estatística dentro das linhas. Asterisco após as médias denotam diferença entre os grupos.

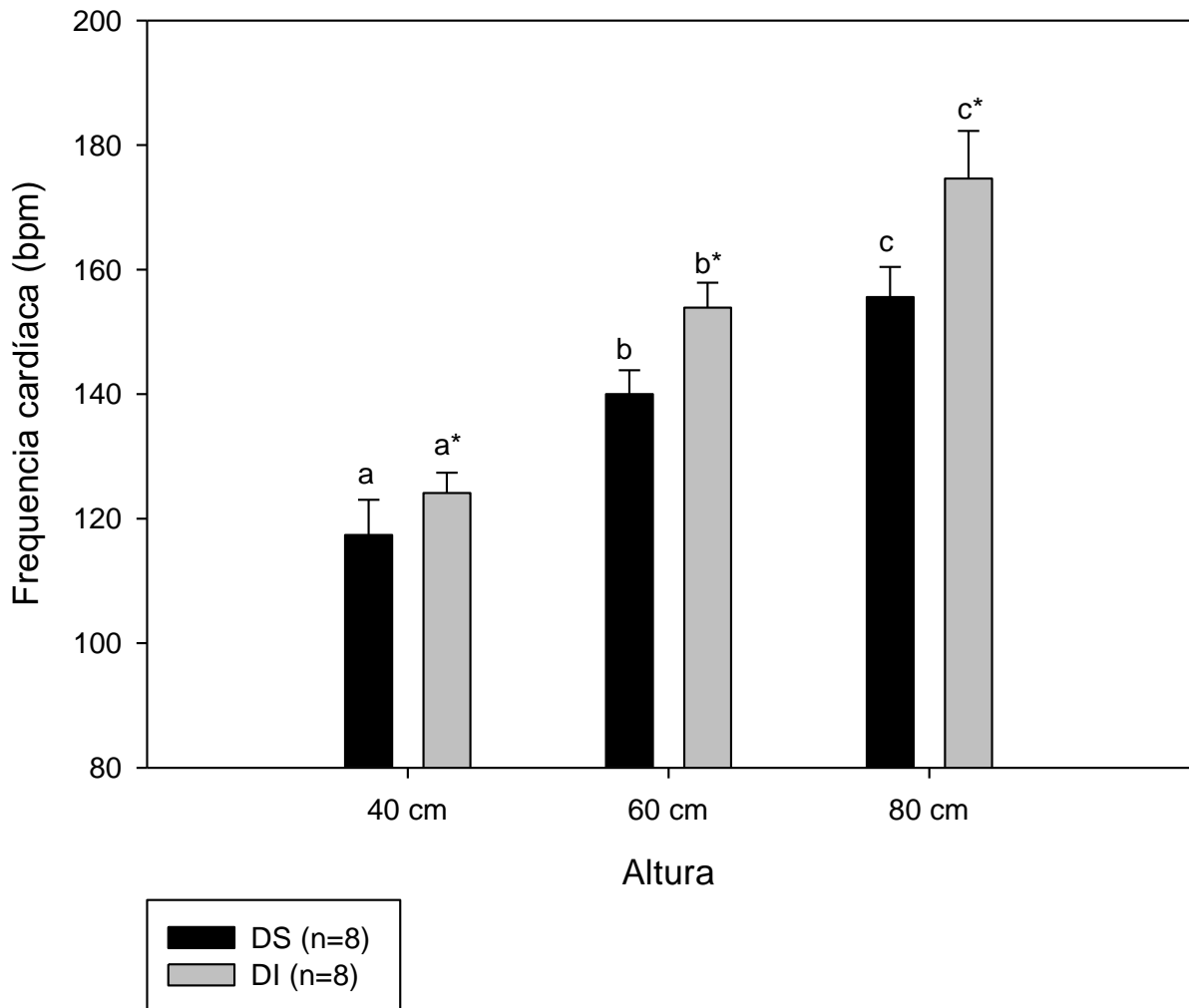


Figura 5. Frequências cardíacas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos ao teste de saltos incrementais (TSI). Letras acima das barras denotam diferença entre as alturas dos estágios. Asterisco acima das barras denota diferença entre os grupos.

A dinâmica da FC para o TSI foi similar a relatada na literatura para provas de salto e exercícios e geral, havendo um aumento logo após o início do exercício, atribuído a descarga adrenérgica ocorrida nestes eventos (LEKEUX et al., 1991; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006).

Os valores médios da FC ao final do exercício (DS = $155.6.0b \pm 12.8$ bpm e DI = 174.6 ± 17.1 bpm) encontram-se um pouco abaixo dos relatados por Lekeux et al. (1991) que descreveram frequências médias ao fim do exercício maiores ($189,2 \pm 3,5$ bpm), possivelmente por se tratar de prova da modalidade, que envolve galopes entre os saltos, coisa que não ocorreu no TSI, além das alturas dos obstáculos encontrarem-se muito acima das praticadas no presente experimento (140 cm).

Sloet Van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. (2006) também relataram FC maiores que as do presente estudo (184 ± 17 bpm), possivelmente pelos mesmos motivos citados acima, o galope entre os obstáculos e a altura dos obstáculos transpostos (100 cm).

Em seção de treinamento de saltos, constituído por aquecimento e posterior 20 saltos de 100 a 110 cm, Sabev (2011) trabalhando com cavalos com pouca experiência de saltos, encontrou FC média pós exercício de $102,66 \pm 4,02$, valores menores que os encontrado no presente estudo provavelmente pelo menor número de saltos de altura competitiva no trabalho supracitado.

Estes relatos demonstram que apesar de se tratar de treinamentos e provas da mesma modalidade, provavelmente o galope entre os saltos, o número, o tipo e a altura dos obstáculos influenciam decisivamente na intensidade do exercício praticado.

Quanto à diferença entre os grupos, as menores FC apresentadas pelo grupo DS nas diferentes alturas provavelmente mostram a maior adaptação cardiovascular dos animais deste grupo para o exercício do salto. Esta melhor adaptação pode provavelmente ser atribuída à melhoria dos processos metabólicos ligados ao fornecimento de energia pela via anaeróbia, via esta responsável pelas fortes contrações musculares responsáveis pelo gesto desportivo do salto (MARLIN; NANKERVIS, 2006).

Teste de velocidades incrementais (TVI)

A utilização dos frequencímetros não sofreu interferências dos movimentos desportivos como no TSI, entretanto, perda de contato e conseqüente não aferição de dados em determinados momentos foi encontrada. Este fato já foi descrito na literatura anteriormente (MARLIN; NANKERVIS, 2006)

Neste teste houve aumento da FC em todos os estágios e as velocidades associadas às FCs V_{120} , V_{140} , V_{150} e V_{170} do grupo DS foram maiores que as do grupo DI ($p = 0,026$; $p = 0,025$; $p = 0,030$, $p = 0,043$, respectivamente). Não houve diferença entre os grupos para a variável V_{180} ($p = 0,0504$), entretanto, valores maiores para esta variável no grupo DS também foram encontrados.

A tabela 5 e a figura 6 mostram os resultados das variáveis de associação entre velocidade e FC obtidas no TVI.

Tabela 5. Variáveis derivadas da relação entre a carga e a frequência cardíaca (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).

Grupos	Velocidades (m.min ⁻¹)				
	V_{120}	V_{140}	V_{150}	V_{170}	V_{180}
DS (n=8)	371.4 ± 46.4	450.0 ± 55.7	489.4 ± 60.6	569.0 ± 70.9	607.3 ± 76.1
DI (n=8)	331.8* ± 25.7	401.1* ± 33.7	435.7* ± 43.3	504.9* ± 66.1	539.5 ± 78.3

Médias seguidas de asterisco denotam diferença estatística entre os grupos. V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} e V_{180} = velocidades correspondente a intensidade do exercício que produzem respectivamente frequências cardíacas de 120, 140, 150, 170 e 180 bpm.

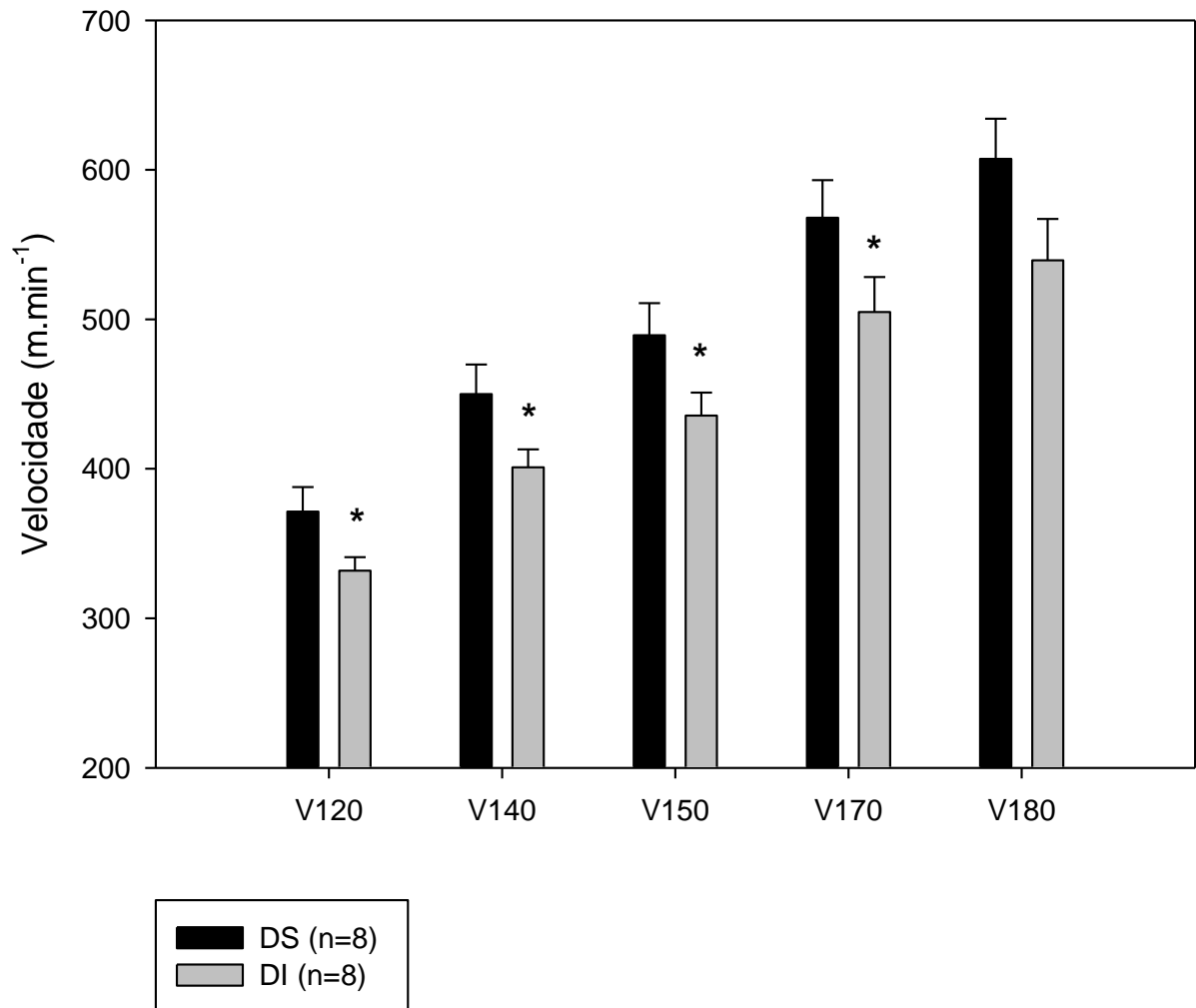


Figura 6. Variáveis associadas às frequências cardíacas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI). V_{120} , V_{140} , V_{150} , V_{170} e V_{180} = velocidades correspondentes a intensidade do exercício que produzem respectivamente frequências cardíacas de 120, 140, 150, 170 e 180 bpm. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

Em relação aos valores dos índices de desempenho baseados na relação entre velocidade e frequência cardíaca podemos afirmar que os valores de V_{140} aferidos ($DS = 450.0 \pm 55.7$ e $DI = 401.1 \pm 33.7 \text{ m.s}^{-1}$) encontram-se dentro do espectro relatado na literatura para outras raças e metodologias.

Erickson (1987) relata valores de V_{140} de 300 a 420 m.min^{-1} para animais Quarto de Milha, semelhantes aos valores encontrados neste trabalho, apesar de importantes diferenças de protocolo entre os trabalhos. O mesmo autor ainda faz menção a utilização de valores de V_{120} , mas não traz valores para este índice.

Marlin e Nankervis (2006) relatam que cavalos de escolas de equitação, possuem V_{140} ao redor de 270 a 390 m.min^{-1} , e cavalos em altos níveis de condicionamento de 420 a 480 m.min^{-1} , valores compatíveis com os achados no presente trabalho.

Harris et al. (2007) utilizando um grupo de cavalos heterogêneo em raça e idade mas com nível atlético de escolas de equitação e protocolo semelhante ao utilizado no presente estudo, relataram V_{140} de 252-360 m.min^{-1} , valores um pouco abaixo dos encontrados neste estudo, demonstrando que os referidos animais provavelmente possuíam capacidade cardiovascular para o exercício menor.

Quanto ao V_{150} , Misumi et al. (1994) relataram valores entre 343,8 a 544, 8 m.min^{-1} para cavalos de corrida, valores estes que demonstram provavelmente que no grupo estudado pelos autores, havia animais com menor outros com maior capacidade aeróbia quando comparados aos este experimento.

Os maiores valores das variáveis de associação entre carga e FC encontrados para os animais do grupo DS demonstram que os mesmos apresentaram capacidade aeróbia melhor que os animais do outro grupo. Isto poderia indicar que esta capacidade tem grande importância na diferenciação competitiva dos animais desta modalidade.

O fato da capacidade aeróbia possuir importância para a modalidade salto, apesar de relatado por alguns autores (LEKEUX et al., 1991) ainda é contrário a conceitos difundidos, principalmente no meio equestre, mas também na literatura especializada, como relata Marlin e Nankervis (2006): “Os cavalos de salto são um dos poucos tipos de equinos que não se beneficiariam realmente de mais do que uma pequena

quantidade de treinamento aeróbio” e Boffi (2007) que afirma que o salto é uma modalidade em que não se requer grande capacidade aeróbia de seus participantes.

Ainda neste contexto, provavelmente esta maior capacidade aeróbia do grupo DS é proporcionada pelo treinamento diferenciado deste grupo que, mesmo sem visar especificamente a melhora de índices aeróbios provavelmente o faz, pelo maior volume das seções de treinamento.

Outro fator de influencia nestes índices pode ser a quantidade relativa de esforço realizado pelos grupos, já que os diversos saltos realizados nos três estágios do teste são de altura fixa, e, por conseguinte, constituem esforço relativamente menor para o grupos DS, quando tomado por base a capacidade máxima de salto ou a altura competitiva de salto dos animais.

Lactatemias e variáveis associadas (LacDif, V_2 , V_3 e V_4)

Teste de saltos incrementais (TSI)

Dentro das lactatemias, para o teste TSI, houve aumento em cada um dos estágios do exercício ($p < 0,001$), além da haver diferença significativa entre os grupos em todos os estágios ($p = 0,039$). A LacDif foi maior no grupo DI ($p < 0,001$). Estes resultados podem ser vistos na tabela 6 e nas figuras 7 e 8.

Tabela 6. Lactatemias e variáveis associadas (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).

Grupo	Lactatemia (mmol.l ⁻¹)				
	Antes	40cm	60cm	80cm	LacDif
DS (n=8)	0.78a ± 0.37	1.82b ± 0.84	2.14c ± 0.94	2.87d ± 0.89	2.09 ± 0.87
DI (n=8)	0.49a* ± 0.08	2.29b* ± 0.66	3.18c* ± 0.83	3.93d* ± 1.05	3.45* ± 0.98

Letras após as médias denotam diferença estatística dentro das linhas. Asterisco após as médias denota diferença estatística entre os grupos (dentro das colunas). LacDif = diferença entre a última lactatemia e a lactatemia mensurada anteriormente ao exercício.

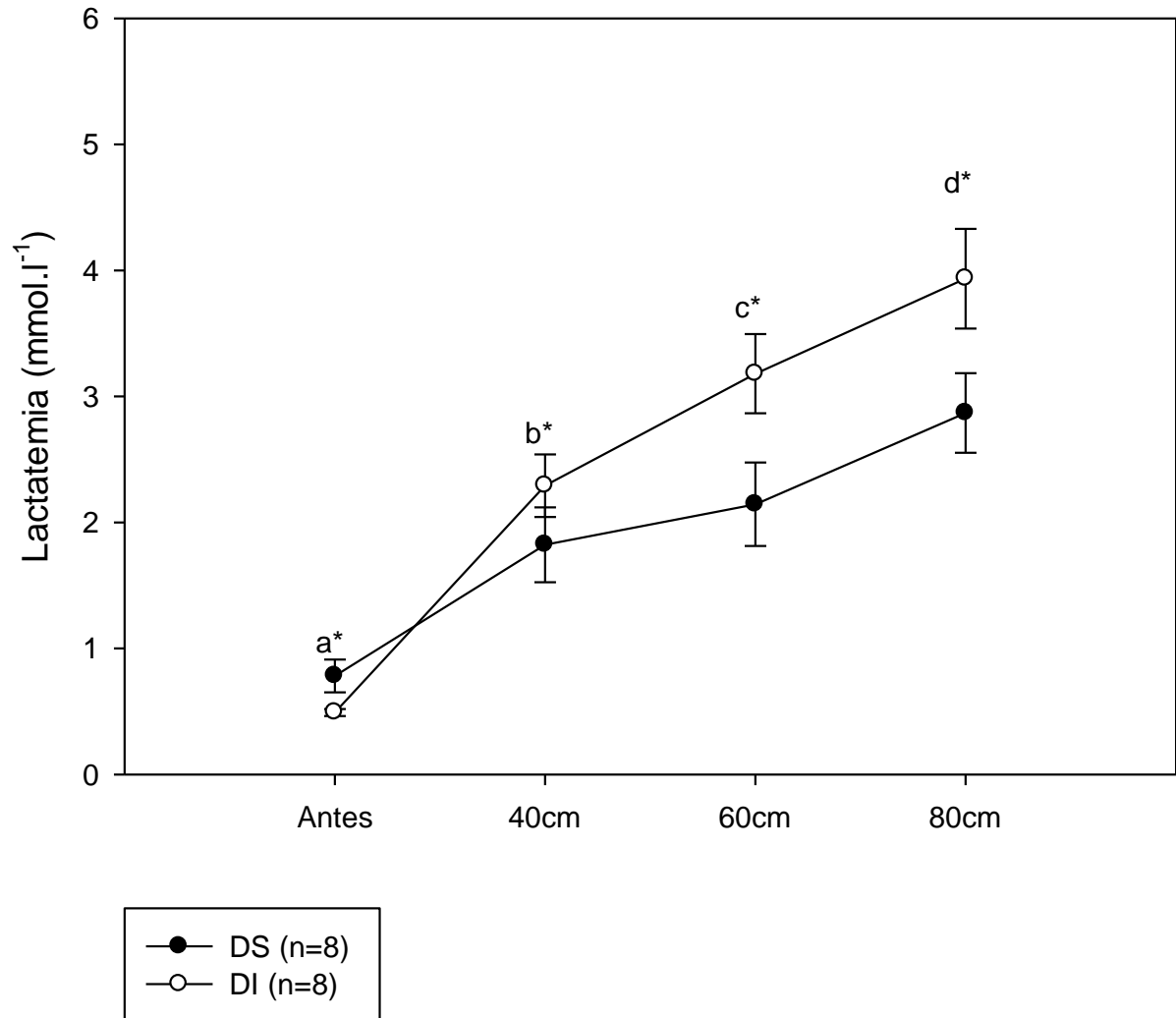


Figura 7. Lactatemias de cavalos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

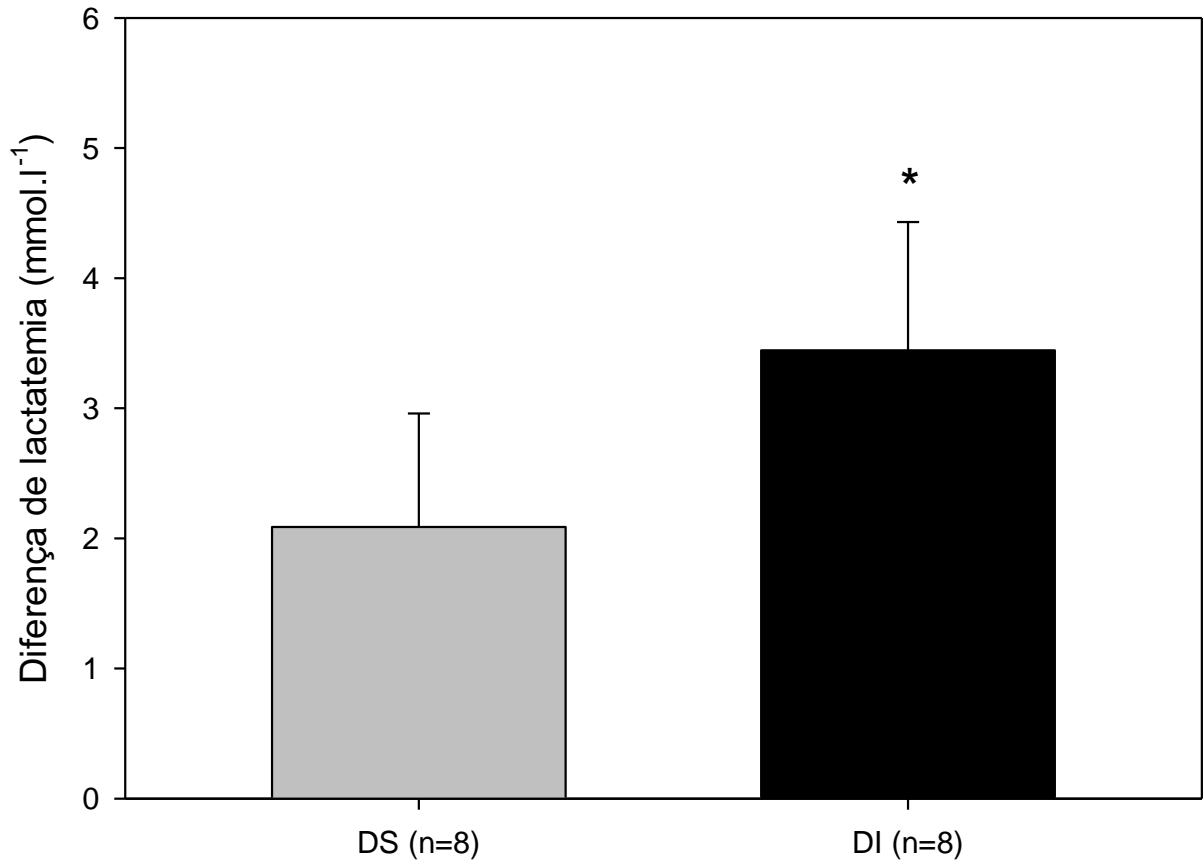


Figura 8. Diferença entre a última lactatemia e a lactatemia de repouso de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI). Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

Desmecht et al. (1996) comparando várias modalidades de esportes equestres, relatou que equinos de salto produzem lactatemias menores após o exercício se comparados com modalidades de corrida ou trote, mas lactatemias maiores se comparados com equinos que se exercitam por longos períodos como praticantes de enduro.

Os achados deste estudo corroboram aquele relato, pois as lactatemias plasmáticas dos animais pós TSI ($DS = 2,87 \pm 0,89$ e $DI = 3,93 \pm 1,05 \text{ mmol.l}^{-1}$) foram maiores que as de antes do exercício, demonstrando que há um componente anaeróbio importante na produção de energia para este esforço, já que a capacidade de retirada de lactato do sangue foi excedida pela produção e transporte das células musculares. Entretanto, estes valores estão longe dos relatados para outras modalidades como o turfe: 18,9 (BAYLY et al., 1983); corrida de trotadores: $31,3 \text{ mmol.l}^{-1}$ (RONEUS et al., 1999) ou pólo: $18,7 \text{ mmol.l}^{-1}$ (FERRAZ et al., 2010).

Outro estudo corrobora estes achados já que Vincze et al. (2010), ao trabalhar com cavalos de salto de nível competitivo semelhante aos deste trabalho, demonstraram que o exercício realizado em competições de nível até 120cm, provocam lactacidemias acima do repouso mas não tão altas quanto outros exercícios, sendo considerado pelos autores como um exercício não extenuante.

Entretanto, os mesmos autores, ao investigarem provas de salto de 100 cm, relataram lactacidemias pós exercício de $1,5 \text{ mmol.l}^{-1}$, e sugeriram assim que para estas provas, a via metabólica predominante para geração de energia seria a aeróbia. Nossos achados, para o TSI, não se assemelham aos descritos pelos autores já que as lactacidemias atingidas pós exercício foram bem maiores. Isto é provavelmente explicado pela maior quantidade de saltos no presente trabalho, 80 saltos de alturas não competitivas (40-60 cm) e 40 saltos de altura competitiva (80cm).

Alguns autores vêm relatando que o recrutamento do grupamento muscular responsável pelo gesto desportivo do salto constituiria uma carga extra para os atletas praticantes desta modalidade (ART et al., 1990; AGUILERA-TEJERO et al., 2000). Como sugeriram Lekeux et al. (1991), as FC ($189,2 \pm 3,5 \text{ bpm}$) e lactatemias ($8,7 \pm 0,5 \text{ mmol.l}^{-1}$) encontradas pós prova de salto claramente excedem às esperadas para

exercícios naquelas velocidades ($400 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$) sendo o salto de obstáculos exercício intenso, que envolve o uso de metabolismo anaeróbio.

Mais recentemente, Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. (2006), utilizando-se de um experimento que comparava equinos realizando o mesmo percurso com e sem saltos, demonstraram que o salto por si só provoca aumento da lactatemia e portanto demanda metabolismo anaeróbio.

Nossos achados para o TSI vão ao encontro dos supracitados, já que para cada novo estágio de exercício, com aumento de altura de salto e sem alteração de velocidades médias, houve aumento na lactatemia dos animais, possivelmente pelo recrutamento em maior intensidade de fibras glicolíticas responsáveis pelo gesto de salto (BOFFI, 2007), por mudanças na circulação sanguínea muscular (ART et al., 1990) ou pelas mudanças de velocidade exigidas em um percurso com saltos (BOBERT; SANTAMARIA, 2005).

Sabev (2011) relatou valores médios para antes e após treino da modalidade, envolvendo 20 saltos, de $1,037 \pm 0,123$ e $8,307 \pm 0,155 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, respectivamente. Apesar do maior número de saltos, os resultados do presente estudo mostraram-se menores para antes e pós o exercício. Este fato pode ser explicado por alguns fatores: primeiramente para as lactatemias de antes do exercício, o lactímetro utilizado pelo autor (Accusport®), sabidamente provoca valores maiores de lactatemias quando comparados com lactímetros de bancada (PINNINGTON; DAWSON, 2001); adicionalmente, para as lactatemias de após o exercício, apesar dos autores monitorarem treinamento composto por 20 saltos, os saltos eram de altura bem maiores (100/110 cm) do que as utilizadas no presente estudo (40/60/80 cm).

Como relatado por ART et al. (1990) e Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan et al. (2006), houve considerável variação individual nos valores de lactatemia pós exercício com salto, sendo a variação relatada pelos autores respectivamente de 3 a 12 e 1,4 a 8,3 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ e de nosso estudo de 1,76 a 5,67 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Quanto a diferença entre os grupos, a maior lactatemia apresentadas pelos animais do grupo DI em todos os estágios está provavelmente ligada a uma menor adaptação da fisiologia muscular de fornecimento de energia ao exercício de salto.

Rivero e Boffi (2007) relataram que há vários mecanismos de adaptação muscular ao exercício, mas que o desequilíbrio entre a energia gerada e utilizada por unidade de tempo provavelmente seja o sinal desencadeante para as modificações musculares mais importantes decorrentes do treinamento, tanto nas proteínas contráteis como nas vias metabólicas. Desta maneira, o contínuo treinamento dos animais do grupo DS provavelmente levou os animais a passarem por este déficit de energia requerida para o movimento do salto e a conseqüente adaptação muscular a esta situação.

Vários são os mecanismos de adaptação propostos e alguns deles poderiam explicar a menor lactatemia os animais do grupo DS após o TSI.

Sabe-se hoje que o lactato é não somente um metabólito da via anaeróbia de produção de energia mas sim um importante fator de coordenação celular e substrato do metabolismo energético durante o exercício (PHILIP et al., 2005). O lactato circulante na corrente sanguínea durante o exercício serve de substrato energético para a via aeróbia de outras fibras musculares esqueléticas e para o coração, além de entrar no ciclo de Cori no fígado e ser metabolizado novamente a glicose (MURIEL, 2007). O aumento da capacidade metabólica de utilização do lactato em fibras aeróbias, no coração e no fígado poderia explicar as menores lactatemias encontradas no grupo DS, já que os mesmos sabidamente estão mais adaptados ao tipo de exercício realizado no TSI.

Outro mecanismo reconhecido de adaptação muscular ao treinamento é a melhor capacitação aeróbia das fibras musculares após seções de treinamento. Mesmo as fibras do tipo IIX, classicamente reconhecidas pelo seu potencial de trabalho a partir da geração de energia por vias anaeróbias, tem sua capacidade aeróbia aumentada pelo treinamento (PÖSÖ, 2002), fato que poderia contribuir para a maior utilização do lactato produzido pelos cavalos do grupo DS, já que os mesmos muito provavelmente possuem fibras do tipo IIX melhores adaptadas ao exercício do que os animais do grupo DI.

Após o lactato produzido na musculatura adentrar a corrente sanguínea, o mesmo se distribui entre plasma e eritrócitos, sendo que o gradiente de distribuição varia de acordo com a concentração plasmática do lactato e a capacidade da membrana celular eritrocitária de realizar este transporte, capacidade esta atribuída aos transportadores de monocarboxilato tipo 1 e 2 (MCT1 e 2), proteína auxiliar CD147 (BAYLY;KLINE, 2007) e a proteína banda 3 (VÄIHKÖNEN et al., 2001).

Poso et al. (1995) encontrou grande variação individual do gradiente de lactato plasmático transportado aos eritrócitos, o que certamente influencia a concentração plasmática do lactato de indivíduos em exercício. Räsänen et al., (1995) encontraram correlação na concentração de lactato intraeritrocitária e a performance em cavalos trotadores de corrida e ademais, não a encontraram para a concentração de lactato plasmático. Koho et al. (2006) também encontraram maior relação CD147/MCT1 nos eritrócitos em cavalos mais bem treinados para a corrida. Esta maior atividade de transporte eritrocitário poderia contribuir para a menor concentração de lactato plasmático no grupo DS.

No entanto, cautela com estes achados deve ser tomada pois outros autores indicam que a atividade de transporte eritrocitária em potros e em cavalos de corrida ativos ou em cavalos antes e após um período de treinamento é muito semelhante, o que indicaria que o treinamento pouco influencia esta capacidade (VÄIHKÖNEN; POSO, 1998; VÄIHKÖNEN et al., 2001).

Teste de velocidades incrementais (TVI)

No TVI, o momento antes do exercício não diferiu dos dois primeiros estágios (velocidades de 160 e 280 m.min⁻¹). Houve então variação da lactatemia média para os estágios 400 e 520 m.min⁻¹ ($p < 0,001$). Para as lactatemias encontradas antes e durante o exercício não houve diferença entre os grupos ($p = 0,294$).

Tanto a V_2 , a V_3 quanto a V_4 não diferiram entre os grupos ($p = 0,562$; $0,443$ e $0,320$ respectivamente). Os resultados das lactatemias e variáveis associadas para o TVI podem ser vistos nas tabelas 7 e 8 e nas figuras 9 e 10.

Tabela 7. Lactatemias (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).

Grupos	Lactatemia (mmol.l ⁻¹)				
	Antes	160 m.min ⁻¹	280 m.min ⁻¹	400 m.min ⁻¹	520 m.min ⁻¹
DS (n=8)	0.78a ± 0.37	0.52a ± 0.11	0.75a ± 0.14	3.23b ± 1.58	7.28c ± 3.51
DI (n=8)	0.49a* ± 0.08	0.67a ± 0.15	0.92a ± 0.39	3.52b ± 1.93	9.76c ± 4.35

Letras após as médias denotam diferença estatística dentro das linhas. Asterisco após as médias denota diferença estatística entre os grupos (dentro das colunas).

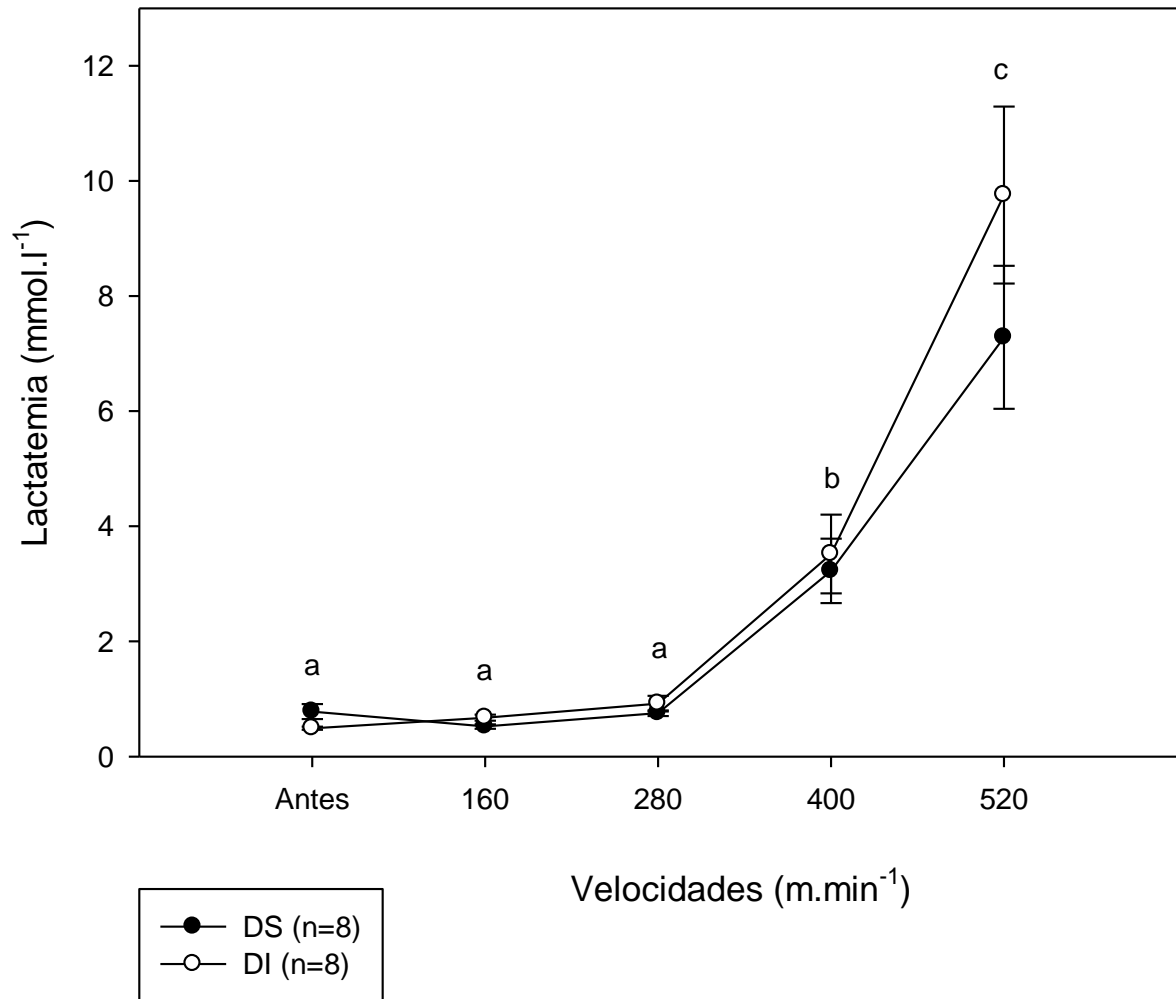


Figura 9. Lactatemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os estágios do teste.

Tabela 8. Variáveis derivadas da relação entre a carga e a lactatemia (médias e desvios padrão) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI).

Grupos	Velocidades (m.min ⁻¹)		
	V ₂	V ₃	V ₄
DS (n=8)	364.83 ± 61.83	414.00 ± 62.00	450.67 ± 61.67
DI (n=8)	348.33 ± 58.33	393.50 ± 59.67	425.83 ± 59.00

V₂, V₃ e V₄ = velocidades correspondente a intensidade do exercício que produzem respectivamente lactatemias de 2, 3 e 4 mmol.l⁻¹.

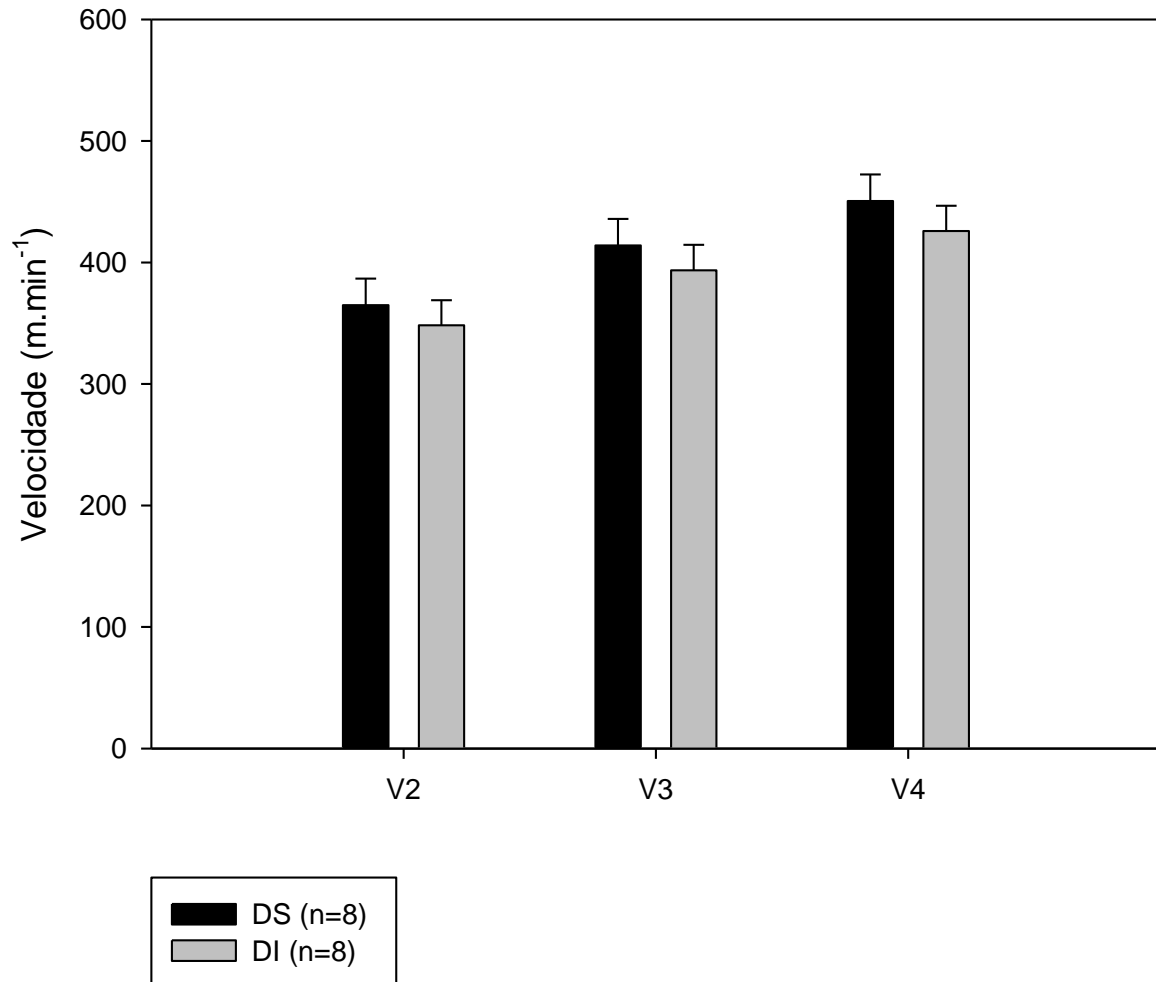


Figura 10. Variáveis derivadas da relação entre carga e lactatemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) submetidos a teste de velocidades incrementais (TVI). V₂, V₃ e V₄ = velocidades correspondentes a intensidade do exercício que produzem respectivamente lactatemias de 2,0; 3,0 e 4,0 mmol.l⁻¹.

O TVI, esforço muito diferente das provas da modalidade salto por atingir velocidades superiores e não conter saltos, provocou lactatemias pós exercício maiores ($DS = 7,28 \pm 3,51$ e $DI = 9,76 \pm 4,35$ mmol.l⁻¹), sendo mais próximas das lactatemias encontradas em outras modalidades equestres de maior velocidade.

Quanto aos valores dos índices encontrados para as variáveis ligadas a resistência aeróbia, Bitschnau et al. (2010) relataram valores para cavalos de salto ($V_2 = 354 \pm 66$ e $V_4 = 426 \pm 54$ m.min⁻¹), semelhantes ao encontrados nestes estudo, para os grupos DI ($V_2 = 348.33 \pm 58.33$ e $V_4 = 425.83 \pm 59.00$ m.min⁻¹) e ligeiramente inferiores ao grupo DS ($V_2 = 364.83 \pm 61.83$ e $V_4 = 450.67 \pm 61.67$ m.min⁻¹). Apesar de haver diferenças importantes entre os dois testes, principalmente quanto às condições ambientais (teste a campo versus teste em esteira) e aparelhos de mensuração (lactímetro de bancada versus lactímetro portátil), os resultados semelhantes poderiam indicar aptidão física de resistência aeróbia semelhantes para animais que praticam a mesma modalidade, ambos em níveis amadores/iniciantes.

Muñoz et al. (1998) utilizando-se de cavalos de concurso completo de equitação Puro Sangue Inglês encontraram valores superiores para V_2 (348 a 486 m.min⁻¹) e V_4 (498 a 726 m.min⁻¹) em relação aos encontrados no presente estudo. Valette et al. (1991), trabalhando com cavalos trotadores em esteira rolante e Lindner (2010) com PSI, relataram valores de V_2 (393 m.min⁻¹) e V_3 (576 m.min⁻¹) respectivamente, ambos valores maiores dos que os encontrados no presente estudo.

Estes fatos podem ser explicados parcialmente pela diferença na metodologia como utilização de esteira rolante, diferentes durações de estágio e intervalo entre eles, e principalmente pelo treinamento a que aqueles animais foram submetidos, que, pela demanda metabólica da modalidade praticada, provavelmente contém um componente aeróbio muito maior do que o contido em treinamento de cavalos de salto.

Referindo-se aos valores de V_4 Bas et al. (2000) relatam velocidades de 522 e 594 m.min⁻¹ para Trotadores Franceses e 828 e 840,0 m.min⁻¹ para PSI, enquanto no presente trabalho foram observados valores de $450,67 \pm 61,67$ m.min⁻¹ para o grupo DS e $425,83 \pm 59,00$ m.min⁻¹ para o grupo DI, valores mais semelhantes aos encontrados por Thomassian et al. (2005) de 480 m.min⁻¹ em testes em cavalos árabes. A grande

variação desses valores pode ser atribuída a alguns fatores como: a variação de resistência aeróbia genética das raças avaliadas, os diferentes estágios de treinamento dos atletas analisados e principalmente, na opinião dos autores, ao diferente histórico de treinamento devido a maioria dos trabalhos supracitados terem sido realizados com animais de outras modalidades que não o salto.

Bitschnau et al. (2010) relataram que um grupo de equinos praticantes da modalidade salto demonstrou ter V_2 e V_4 menores que um outro grupo praticante de CCE, comprovando que aqueles apresentaram resistência aeróbia menor que estes. Entretanto, os autores ressaltam que os resultados dos dois grupos demonstraram uma grande variação individual, com desvios padrão se sobrepondo.

No presente estudo os índices de resistência aeróbia ligados a lactatemia dos grupos DS e DI não foram diferentes. Estes resultados podem ser explicados por alguns fatores: grande variação individual de resistência aeróbia, indicado pelos altos desvios padrão dos dados de V_2 , V_3 e V_4 , e pouca diferença real entre os grupos, já que mesmo alcançando níveis de desempenho diferentes (100 cm versus 110/120 cm), os dois grupos parecem apresentar níveis de resistência semelhantes.

Adicionalmente, há que se lembrar que a aptidão para o salto além dos componentes de condicionamento físicos, é muito influenciada pela técnica, o que certamente leva animais com menor aptidão física e excelente técnica, a alcançarem níveis de desempenho relativamente elevados. Este fato também poderia contribuir para a não diferenciação dos grupos quanto a sua resistência aeróbia.

Estes achados reforçam a complexidade da avaliação da modalidade salto, já que no presente trabalho, o grupo com melhor desempenho demonstrou maior capacidade aeróbia, mensurada pelas variáveis de associação entre FC e carga, e resistência aeróbia, mensurada pelas variáveis de associação entre carga e lactatemias, semelhante ao grupo com níveis de desempenho inferiores.

Ainda neste contexto, fica evidenciada a diferenciação destas duas aptidões físicas e pode-se sugerir que o treinamento de maior intensidade realizado pelos animais do grupo DS para se atingir maiores níveis competitivos, provavelmente influenciou com mais intensidade a capacidade aeróbia dos animais do que sua

resistência. Isto vai ao encontro da literatura que menciona que o treinamento aeróbio não seria muito praticado por atletas da modalidade de salto (MARLIN; NANKERVIS, 2006).

Como ressalta Bitschnau et al. (2010), no contexto de avaliação desportiva, os resultados de um teste devem ser passíveis de transferência para a rotina diária de treinamento. Os animais com histórico de desempenho superior (grupo DS) apresentaram resistência aeróbia semelhante aos animais de desempenho inferior (grupo DI), como mostrado pelas variáveis de associação entre lactatemia e velocidade no TVI. Entretanto, no TSI demonstraram valores finais de lactatemia e LacDif menores, o que poderia sugerir mais aptidão para o salto.

Por estes resultados, sugere-se que avaliações complementares aos testes tradicionais de velocidades incrementais devam ser realizados nas avaliações de cavalos de salto, preferencialmente aqueles que contemplem o gesto desportivo da modalidade.

Glicemias

Teste de saltos incrementais

Para as glicemias do teste TSI, somente o repouso diferiu dos outros estágios ($p < 0,001$) e não houve diferença entre os grupos ($p = 0,107$). Também não houve diferenças entre os grupos para a GlicDif ($p = 0,939$).

Estes resultados são apresentados na tabela 9 e na figura 11.

Tabela 9. Glicemias e variável associada de cavalos de salto da raça Brasileiro de Hipismo separados em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).

Grupo	Glicemia (mmol.l ⁻¹)				
	Antes	40cm	60cm	80cm	GlicDif
DS (n=8)	4.65a ± 0.37	3.89b ± 0.64	3.98b ± 0.55	4.22b ± 0.40	0.43 ± 0.51
DI (n=8)	4.87a ± 0.62	4.26b ± 0.35	4.32b ± 0.52	4.32b ± 0.38	0.46 ± 0.75

Letras após as médias denotam diferença estatística dentro das linhas, GlicDif = diferenças entre a última glicemia e a glicemia de repouso.

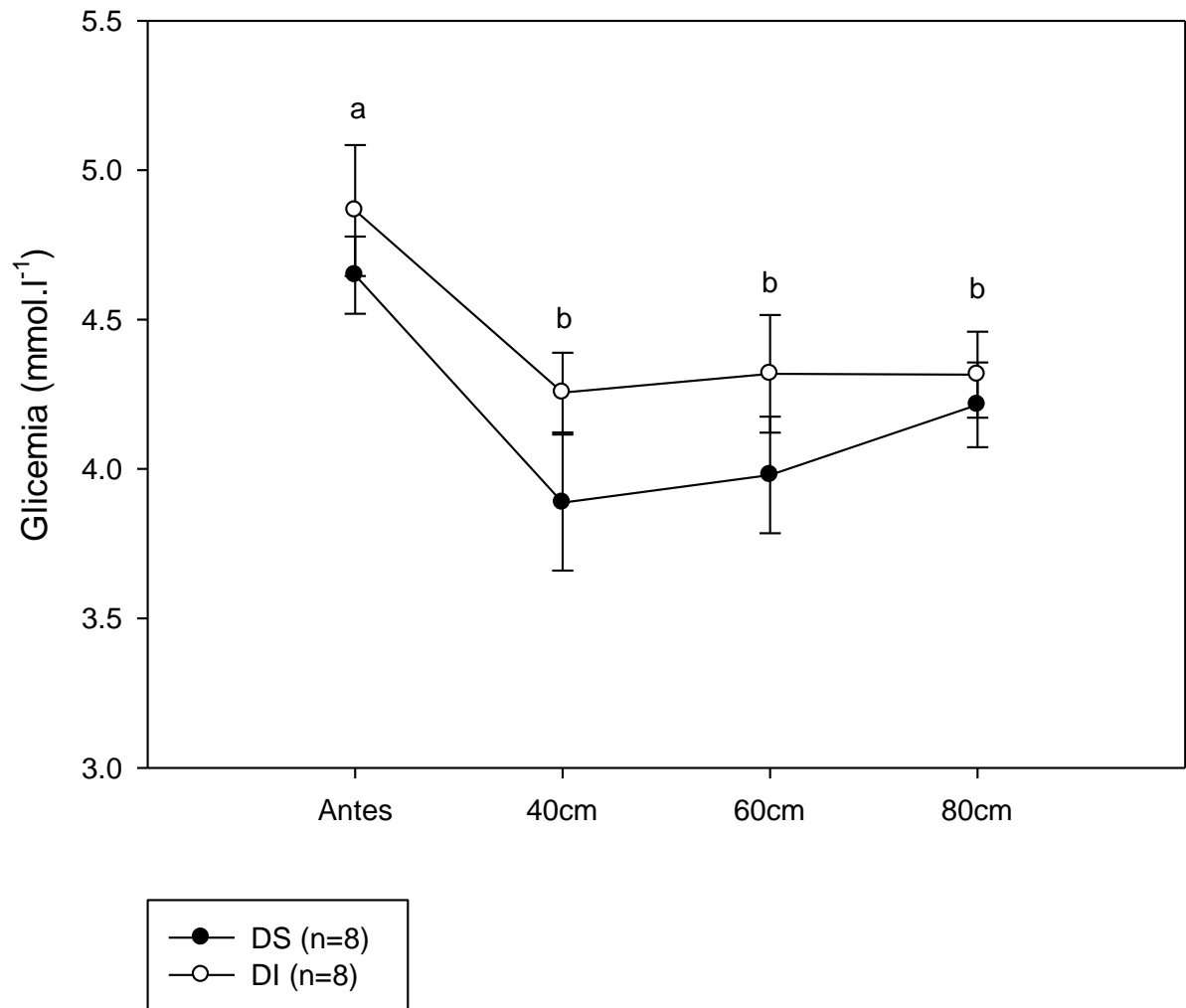


Figura 11. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os estágios do teste.

Teste de velocidades incrementais (TVI)

Apesar de haver uma aparente queda na glicemia após o início do exercício, no teste TVI não houve diferença entre os estágios ($p = 0,071$). Entretanto, durante o exercício o grupo DS apresentou glicemia sempre maior que o grupo DI ($p = 0,018$). Estes resultados podem ser vistos na tabela 10 e na figura 12.

Tabela 10. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de saltos incrementais (TSI).

Grupos	Glicemia (mmol.l ⁻¹)				
	Antes	160 m.min ⁻¹	280 m.min ⁻¹	400 m.min ⁻¹	520 m.min ⁻¹
DS (n=8)	4.51a ± 0.35	4.43a ± 0.32	4.56a ± 0.48	3.23b ± 1.58	4.73a ± 0.27
DI (n=8)	4.16a* ± 0.72	3.81a* ± 0.58	3.66a* ± 0.39	3.52b ± 0.65	4.11a* ± 0.93

Letras após as médias denotam diferença estatística dentro das linhas, Asterisco denota diferença entre os grupo (dentro das colunas).

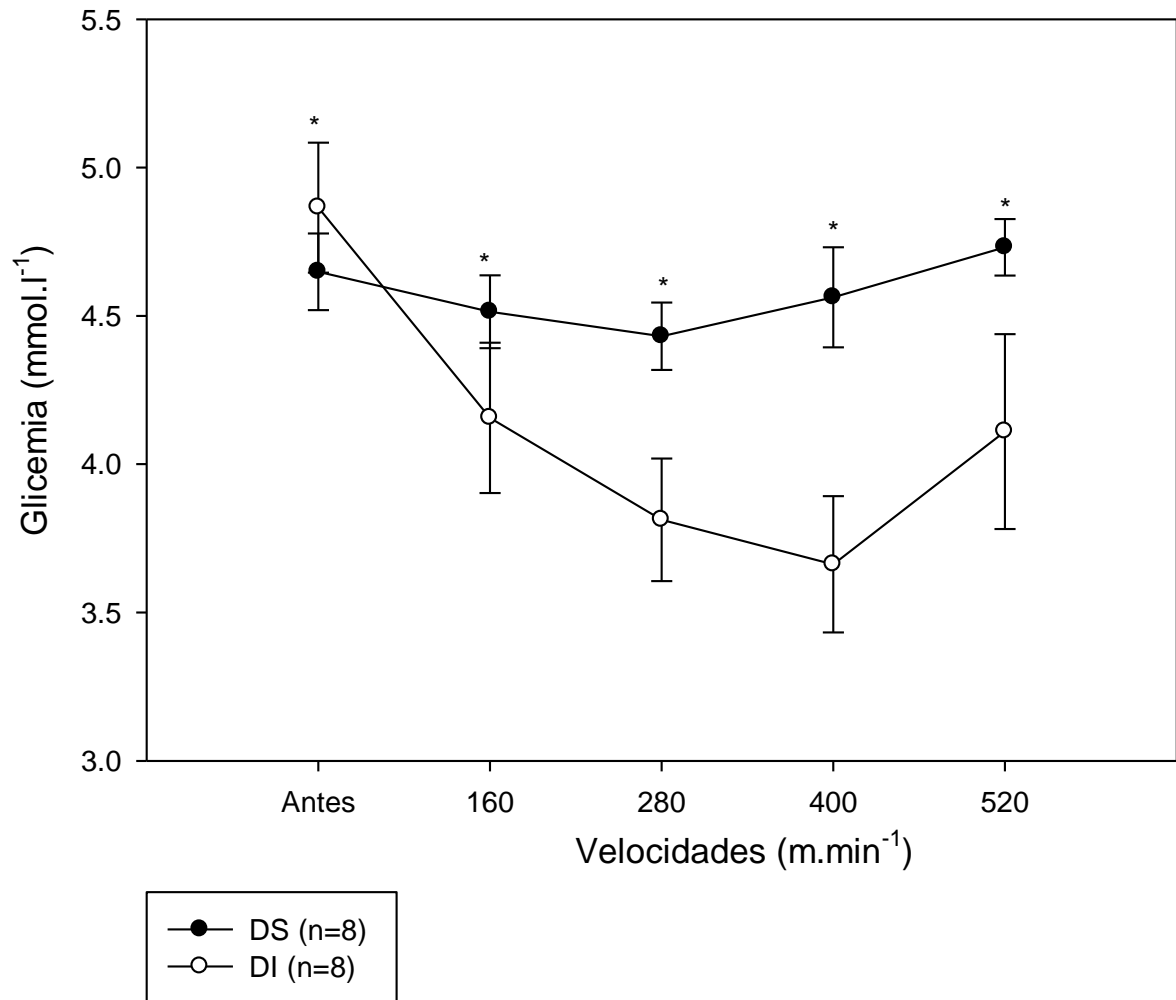


Figura 12. Glicemias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI) antes e após a realização de teste de velocidades incrementais (TVI). Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

Em equinos em repouso, a glicemia varia de 4,5 a 6,0 mmol.l⁻¹ (HYYPÄ et al., 1997; FERRAZ et al., 2008), dados estes semelhantes aos encontrados neste estudo, nos dois grupos como demonstrado nas tabelas 9 e 10, com glicemias de repouso variando de 4 a 5 mmol.l⁻¹.

Para a modalidade salto, diminuição da glicemia pós exercício foi reportado por alguns autores (ART et al., 1990; LEKEUX et al., 1991; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006) e corroborado pelos achados neste estudo no TSI. Esta diminuição está provavelmente ligada ao aumento da insulina circulante no músculo em exercício, causando mais exposição das proteínas transportadoras de glicose (GLUT-4) na membrana celular, além de um efeito de maior captação de glicose causado pela própria contração muscular (GOODYEAR; KHAN, 2002).

Em exercícios de alta intensidade e curta duração queda na glicemia foi relatada (RALSTON, 2002), entretanto, em exercícios de alta intensidade e relativa longa duração, aumento na glicemia de equinos foi relatado (ANDREWS et al., 1995; FERRAZ et al., 2010) o que não foi encontrado no TVI. Este aumento seria advindo da maior glicogenólise induzida pela necessidade de glicose dos tecidos e aumento do acionamento adrenocortical (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006). Um dos prováveis fatores que poderiam explicar estes resultados seria a diferença dos exercícios comparados, sendo que em Ferraz et al. (2010), por exemplo, os exercícios foram realizados em vários tiros e intensidade supramáxima, o que caracteriza uma partida de pólo, enquanto no TVI os estágios sempre estiveram na faixa do exercício submáximo.

Para o TVI, não houve diferença entre os estágios do exercício. Este fato foi relatado por Ferraz et al. (2008), em trabalho com equinos Puro Sangue Árabe em esteira rolante. No entanto, os mesmos autores relataram que logo após o exercício, as concentrações de glicose aumentaram significativamente, confirmando a atividade de hormônios que regulam a atividade energética, como as catecolaminas e o glucagon. No presente estudo, as glicemias pós exercício não foram mensuradas, porém a

glicemia média do último estágio foi maior que a do penúltimo, podendo sugerir assim uma tendência ao aumento pós exercício como visto na figura 9.

O fato da glicemia não ser alterada durante o TVI poderia ser explicado em alguma extensão também pelos momentos de repouso entre os estágios, momentos estes que possibilitariam a recuperação de certa quantidade do substrato energético creatina fosfato (MARLIN; NANKERVIS, 2006) quando comparados a exercícios sem repouso entre os estágios, reduzindo assim a contribuição da via glicolítica, facilitando a manutenção da glicemia.

Outros fatores importantes no estudo da glicemia após o exercício são o tempo decorrido da última refeição até o início do exercício e a hora do dia em que se realiza o mesmo já que se sabe que a glicemia é fortemente influenciada pelos hormônios pancreáticos e os mesmos são regulados pela digestão e absorção de carboidratos e por um ciclo circadiano (SIMÕES, 2000).

Neste experimento, por dificuldades ligadas ao manejo dos animais, ambos os fatores não sofreram controle estrito. Nos dias de teste, todos os animais alimentaram-se ao mesmo tempo e pelos menos 4h antes do início do exercício, entretanto, houve diferença do tempo decorrido da alimentação ao exercício e da hora do dia em que o animal realizou o teste pois houve diferença de algumas horas entre o primeiro e o último animal a realizar o teste. No TSI esta diferença foi de 2h10m em média e para o TVI de 2h18m. Estes fatores poderiam contribuir para a não homogeneidade dos dados e conseqüente falta de diferença estatística. Problemas semelhantes na mensuração de índices de aptidão baseados na glicemia já foram relatados em equinos (SOARES, 2008) e em humanos (SIMÕES, 2000).

Houve diferença entre os grupos nas suas respostas glicêmicas ao exercício, sendo que o grupo DS apresentou sempre glicemias maiores durante o exercício. Diferenciação entre equinos treinados e destreinados na resposta glicêmica e insulinêmica a alimentação foi relatado previamente (BLACK et al., 1997 apud RALSTON, 2002), porém nada que relatasse diferença da resposta dos equinos ao exercício foi encontrada na literatura.

Na literatura de humanos é relativamente bem documentado que indivíduos treinados têm maior sensibilidade à insulina (GOODYEAR; KAHN, 1998; BOULÉ et al., 2005), fato este que teoricamente faria com que animais mais treinados possuíssem menores glicemias após exercícios. Entretanto, como ressalta Pöso et al. (2008), o metabolismo da glicose durante o exercício é complexo sendo que mais estudos em equinos são necessários para esclarecer estes pontos.

Hemogasometria

Houve queda do pH após os dois testes, sendo que valores menores foram mensurados pós TVI ($p < 0,001$). Para a variável $p\text{CO}_2$ houve aumento pós TSI ($p < 0,001$). Para estas duas variáveis não houve diferenças entre os grupos ($p = 0,106$ e $0,939$).

Para $p\text{O}_2$ houve queda após o TSI e aumento dos valores após TVI ($p < 0,001$), sem diferença entre os grupos ($p = 0,238$).

A variável BE pós TVI foi menor do que os outros momentos ($p < 0,001$). Na comparação entre os grupos o BE foi maior no grupo DI para repouso e menor após ambos os testes ($p = 0,021$).

O HCO_3 foi menor pós TVI para ambos os grupos ($p < 0,001$). Adicionalmente houve interação entre os fatores momento e grupo sendo que antes do exercício e no pós TSI os grupos não diferiram entre si, mas no momento pós TVI o HCO_3 foi menor no grupo DI ($p = 0,013$).

Também para o $t\text{CO}_2$ somente o momento pós TVI foi menor que os outros ($p < 0,001$), sendo que nos momentos pós TSI e pós TVI o grupo DI obteve valores menores ($p = 0,027$).

Houve queda da $s\text{O}_2$ somente no tempo pós TSI ($p < 0,001$), não havendo diferença entre os grupos ($p = 0,308$).

Os valores, médias e desvios-padrão das variáveis hemogasométricas podem ser vistas na tabela 11. Representação gráfica dos resultados da hemogasometria pode ser vista nas figuras 13 a 19.

Tabela 11. Variáveis hemogasométricas de equinos de salto de raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).

Variável	Antes		Pós TSI		Pós TVI	
	DS (n=8)	DI (n=8)	DS (n=8)	DI (n=8)	DS (n=8)	DI (n=8)
pH	7.421a ± 0.012	7.430a ± 0.022	7.407b ± 0.025	7.374b ± 0.047	7.372c ± 0.049	7.337c ± 0.074
pCO ₂ (mmHg)	47.79a ± 2.2	47.67a ± 1.54	52.24b ± 3.69	53.04b ± 5.92	46.72a ± 2.13	46.30a ± 6.29
pO ₂ (mmHg)	35.33a ± 3.20	31.22a ± 3.46	26.63b ± 2.97	28.13b ± 3.94	39.25c ± 7.07	37.38c ± 4.75
BE (mmol.l ⁻¹)	6.78a ± 1.09	7.33a* ± 1.73	8.12a ± 2.36	5.63a* ± 2.88	1.88b ± 3.48	-1.25b* ± 2.92
HCO ₃ (mmol.l ⁻¹)	30.77a ± 1.02	31.51a ± 1.40	32.35a ± 2.01	30.39a ± 2.43	26.71b ± 2.82	24.14b* ± 1.87
tCO ₂ (mmol.l ⁻¹)	31.89a ± 1.17	33.00a ± 1.32	33.75a ± 2.05	31.62a* ± 2.45	28.25b ± 2.87	25.37b* ± 1.77
sO ₂ (%)	64.22a ± 5.26	58.89a ± 6.92	42.25b ± 9.30	43.75b ± 10.51	63.50a ± 10.68	59.13a ± 12.45

Letras diferentes a frente das médias denotam diferenças entre o os testes. Asterisco a frente das médias denota diferença entre os grupos. pH = potencial hidrogeniônico, pCO₂ = pressão parcial de dióxido de carbono, pO₂ = pressão parcial de oxigênio, BE = excesso de base, HCO₃ = concentração de bicarbonato, TCO₂ = concentração total de dióxido de carbono, sO₂ = saturação de oxigênio.

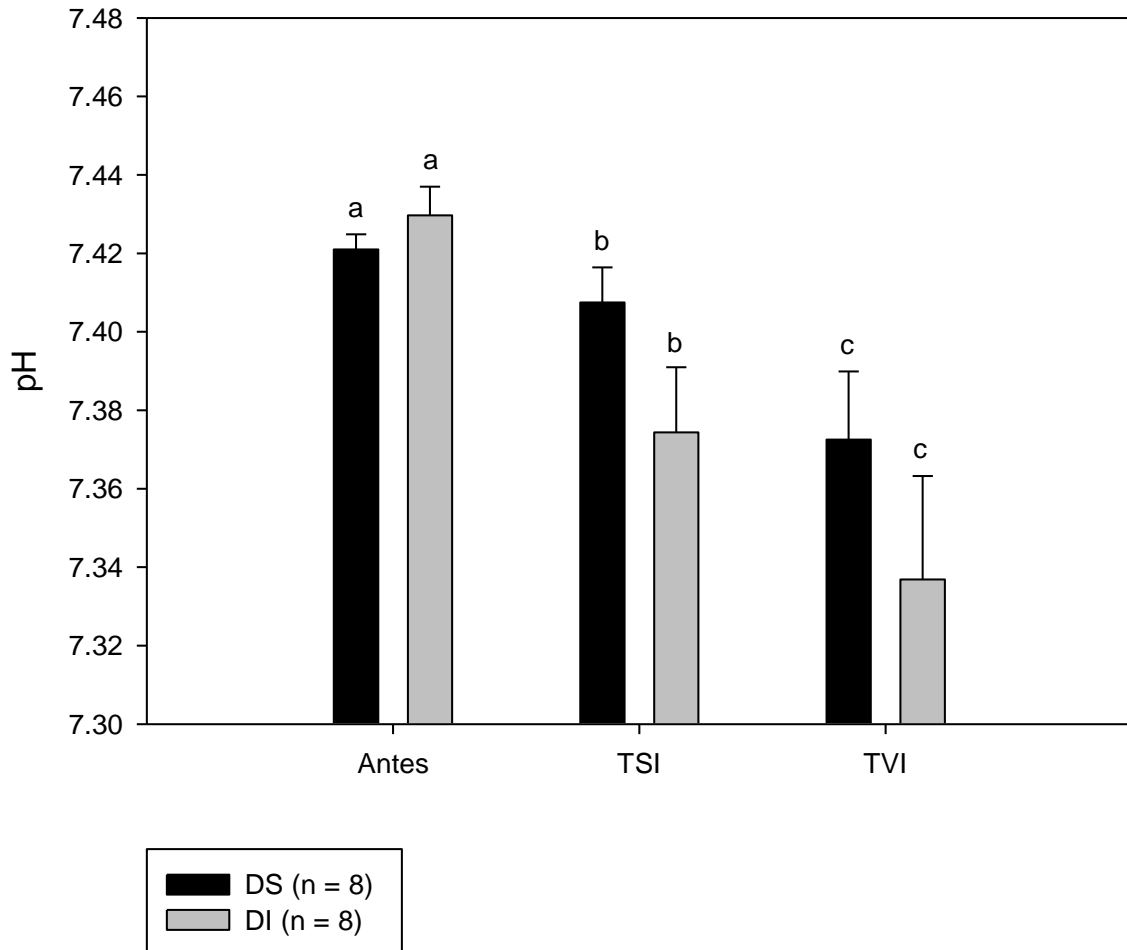


Figura 13. Potencial hidrogeniônico de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

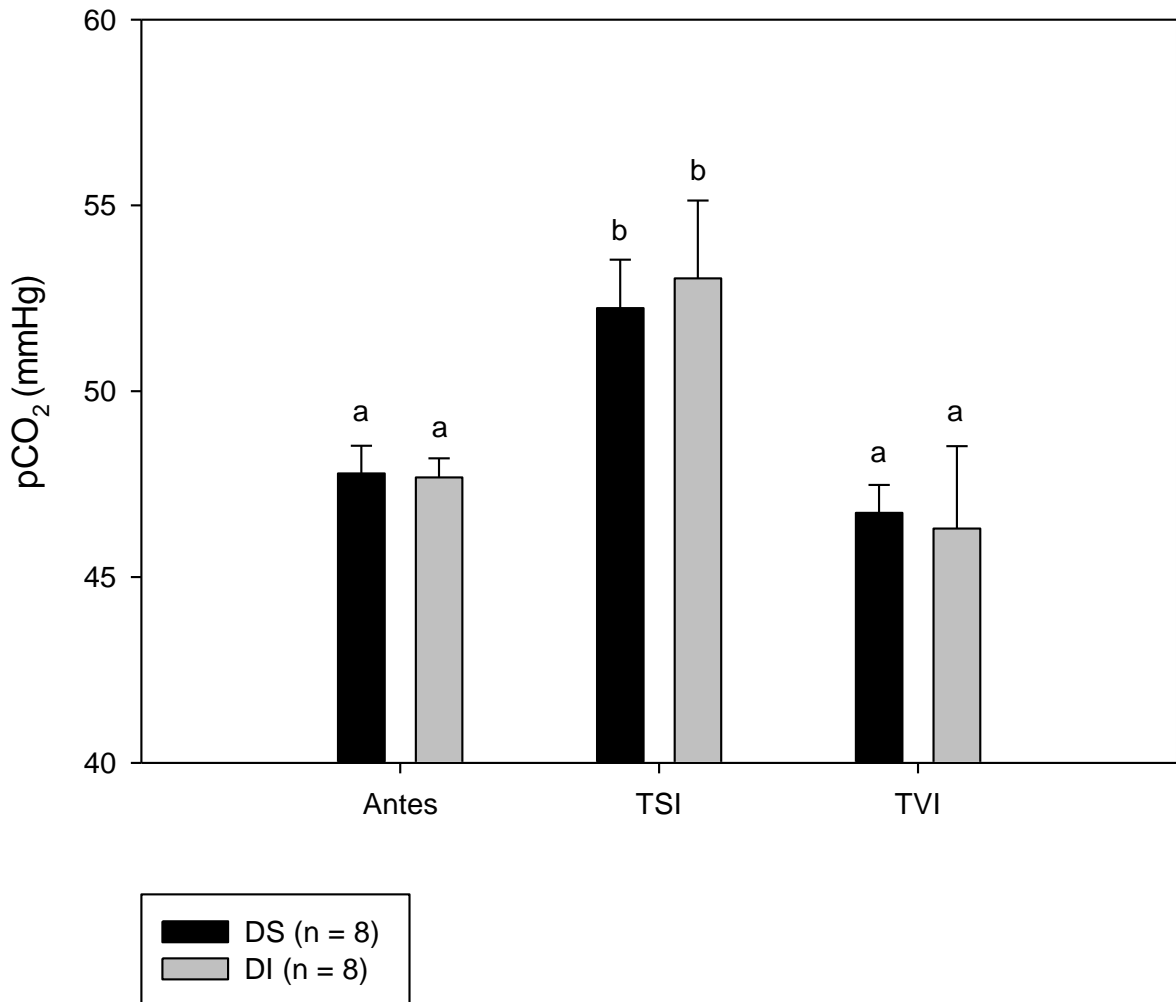


Figura 14. Pressão parcial de dióxido de carbono de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

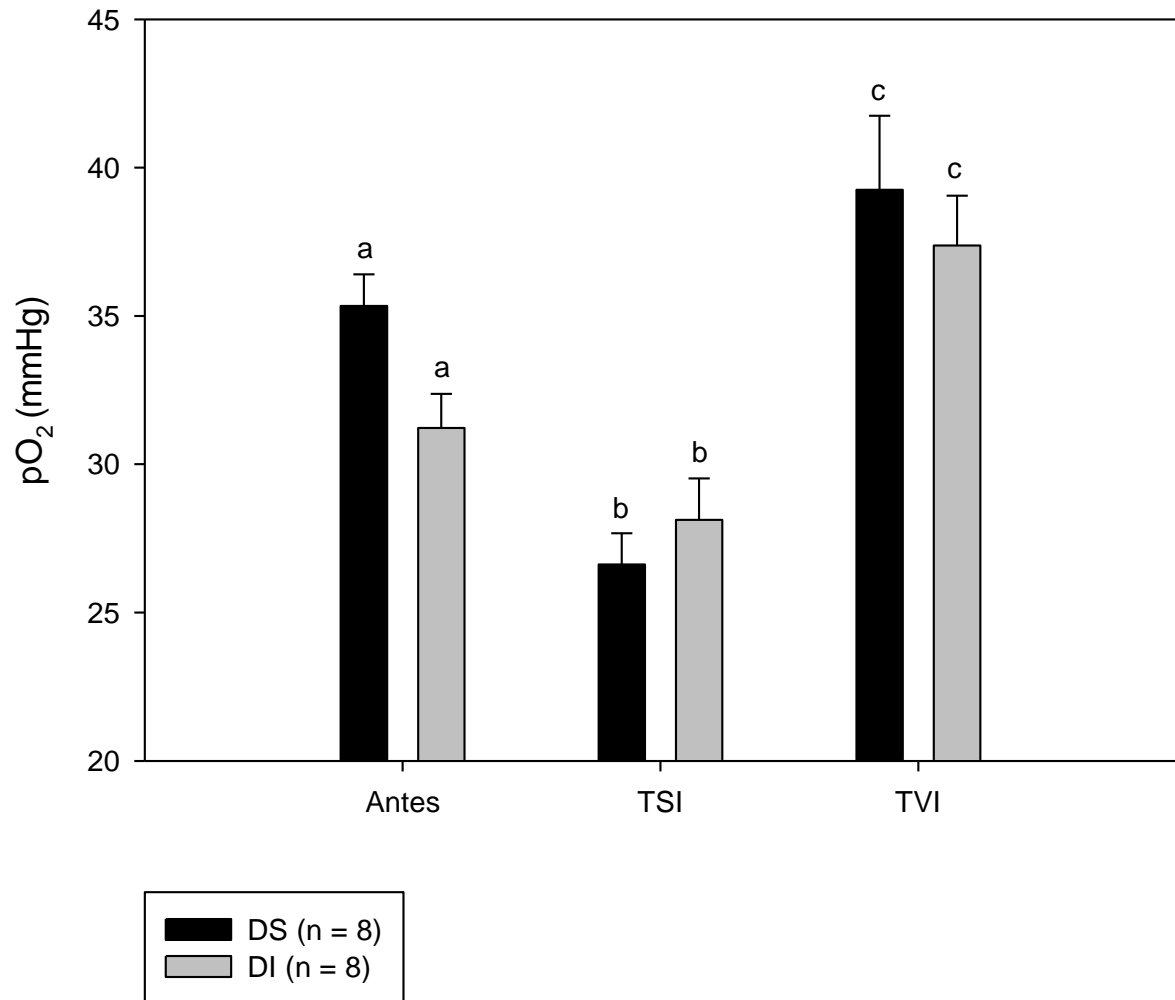


Figura 15. Pressão parcial de oxigênio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

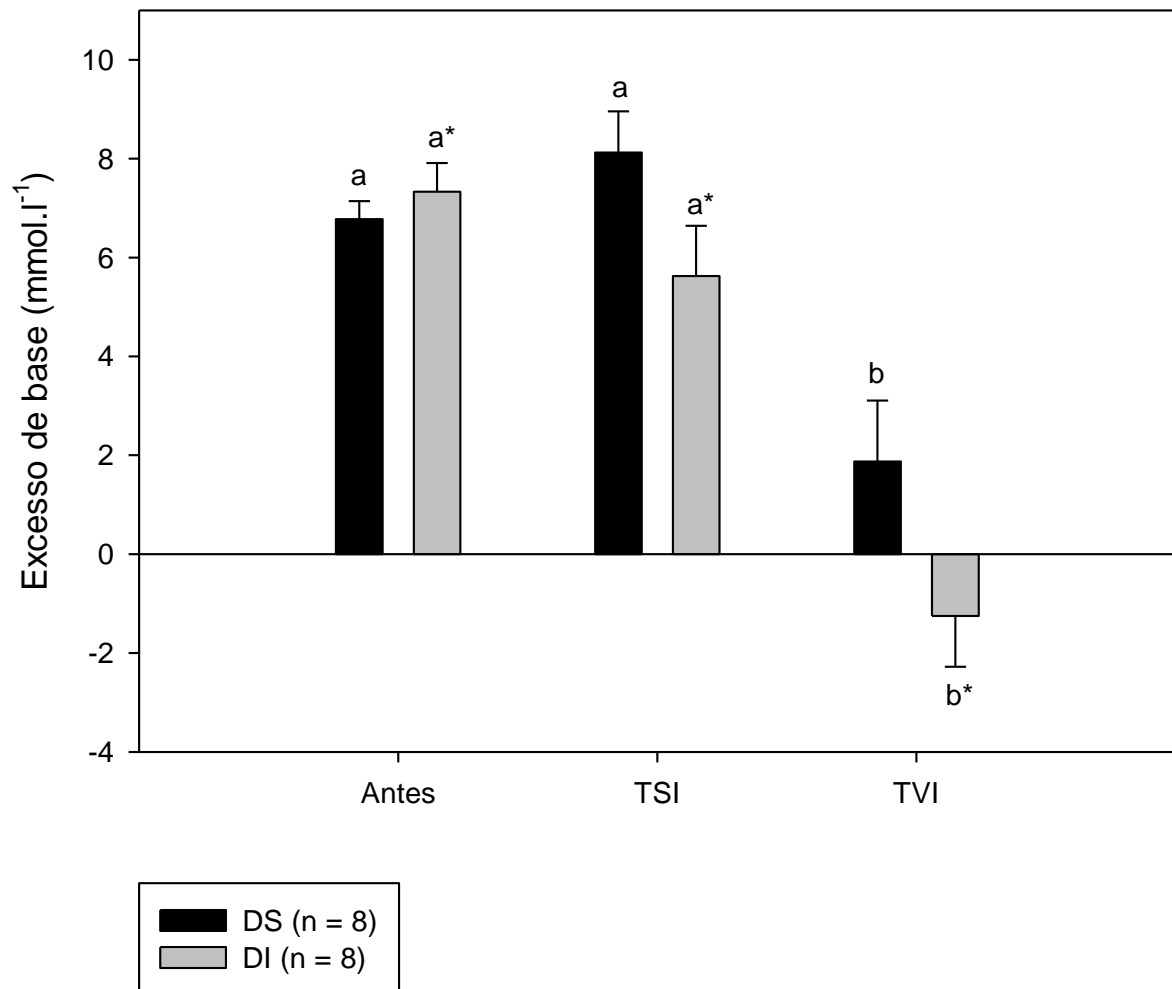


Figura 16. Excesso de base de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

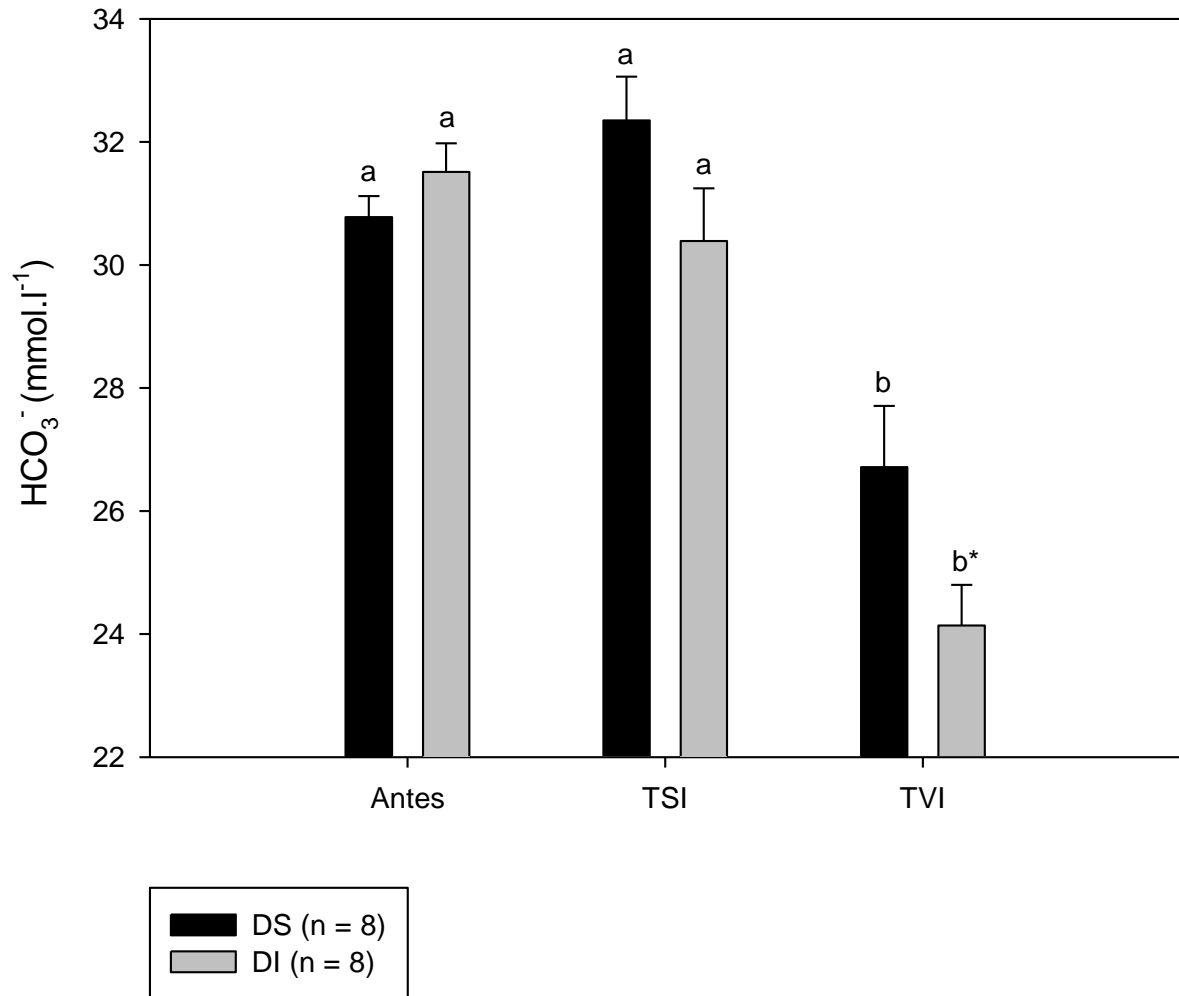


Figura 17. Concentração plasmática de bicarbonato de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

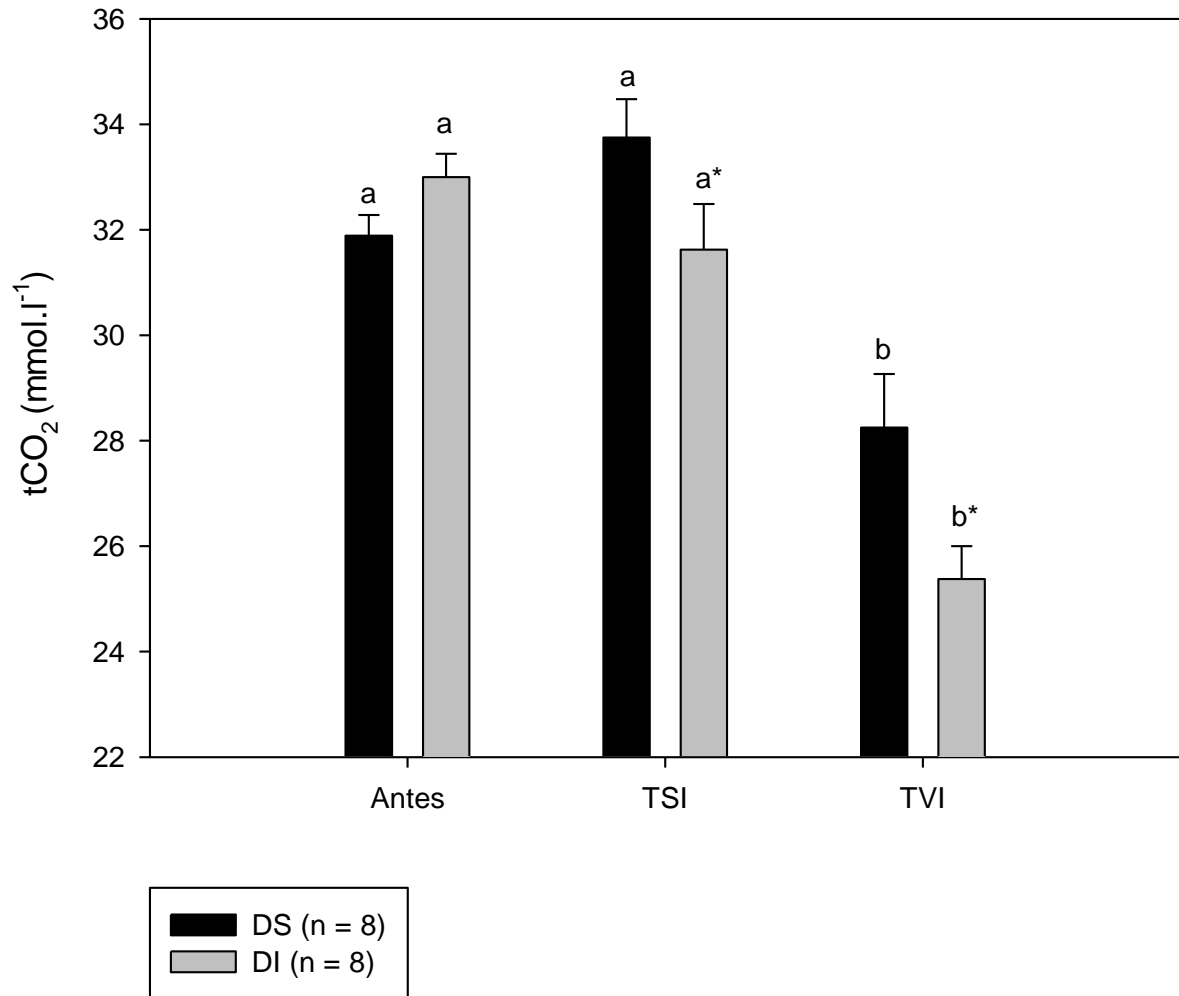


Figura 18. Dióxido de carbono total de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

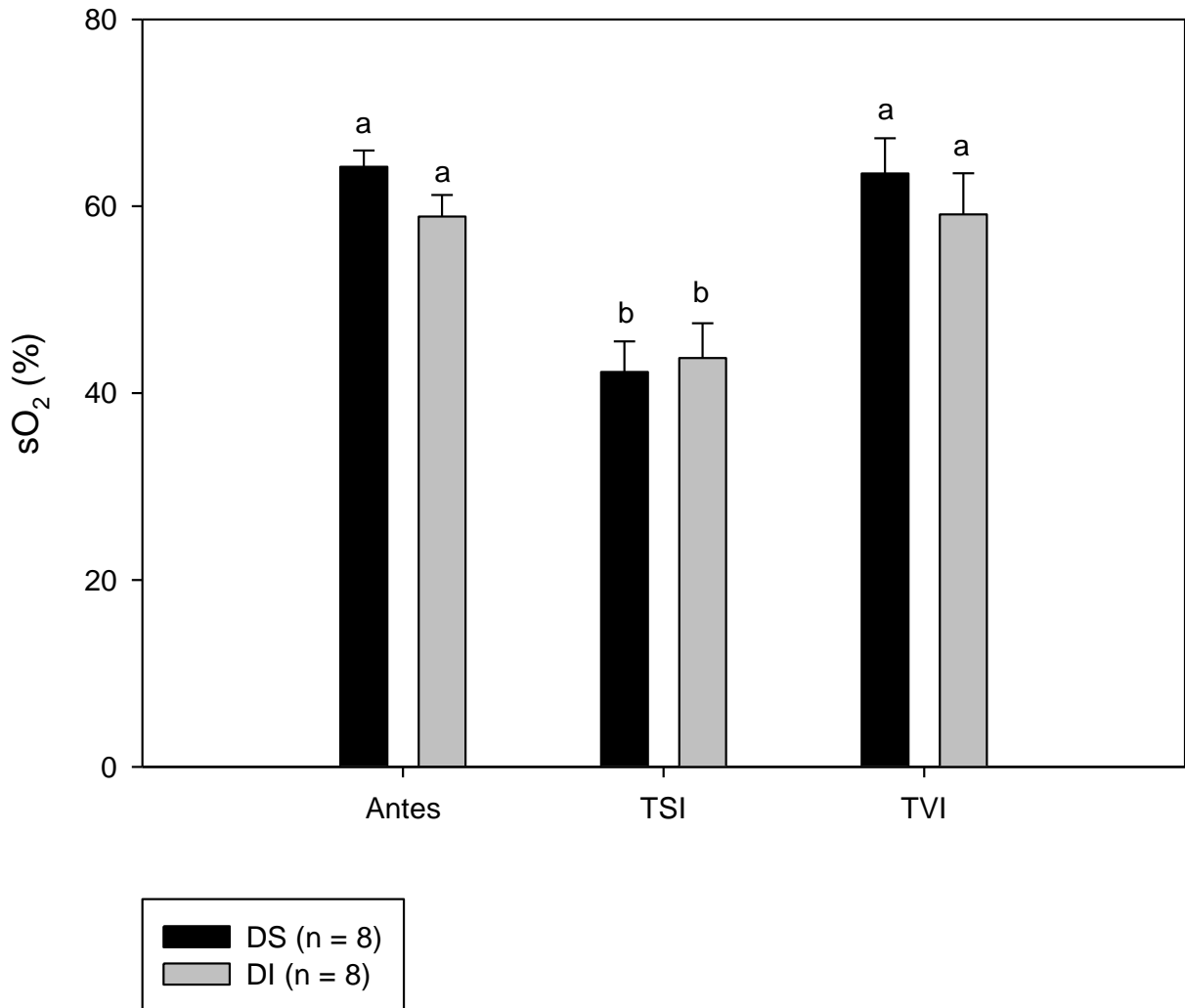


Figura 19. Saturação de oxigênio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupos de desempenho (DS) e inferior (DI) antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes. Asterisco acima da barra denota diferença significativa entre os grupos.

Para a modalidade salto, autores relatam ligeira queda nos valores de pH pós exercício (PICCIONE et al., 2004) ou manutenção dos mesmos valores de pH (AGUILERA-TEJERO et al., 2000; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006). Achados do presente estudo corroboram os autores que relataram queda de pH pós exercício com saltos, demonstrando que para este tipo de exercício, alterações provocadas pela geração de energia muscular, principalmente pela via anaeróbia, podem levar a uma acidose metabólica (PICCIONE et al., 2004).

Esta aparente incongruência de resultados na literatura (provas de salto provocando ou não acidose metabólica) pode ser explicada provavelmente por diferenças nas intensidades de exercício de salto, assim como histórico competitivo recente e condições ambientais, já que a queda de pH dá-se na medida que os mecanismos tampões orgânicos não são mais suficientes para a manutenção do equilíbrio ácido básico sanguíneo (PICCIONE et al., 2004). Os mesmos autores ao acompanhar dois dias de provas de salto, o primeiro menos intenso que o segundo, relataram queda no pH sanguíneo pós exercício somente no segundo dia de competição.

Estes achados juntamente com os encontrados no presente estudo, reforçam a idéia da padronização de testes específicos para a modalidade, tanto para o entendimento das alterações fisiológicas advindas do exercício contendo o gesto desportivo do salto, como para a avaliação e comparação de atletas praticantes desta modalidade.

Os achados de queda de pH pós exercício para o TVI são consistentes com a literatura de exercícios semelhantes em intensidade (TAYLOR et al., 1995) mais ainda menores que a queda de pH observada em exercícios mais intensos (ANDREWS et al., 1995; FERRAZ et al., 2010).

Grande discussão a cerca dos fatores que levam a esta queda de pH observada pós exercício atualmente é travada na literatura dos esportes. De acordo com Robergs (2001), quando o exercício é intenso e conseqüentemente a demanda energética muscular também o é, há aumento da produção de prótons e lactato, advindos do metabolismo anaeróbio da glicose.

Alguns autores, atestam que o lactato, seria o grande responsável pela queda de pH observada em exercícios intensos (BÖNING; MAASSEN, 2008). Entretanto, Robergs et al. (2006) argumentaram que em pH sanguíneo, a molécula de lactato encontrar-se-ia quase em sua totalidade ligada ao íon sódio, já que o pKa do ácido láctico é 3,86, sendo assim incapaz de acidificar o sistema. Ademais, os autores sugerem que a produção de prótons seria proveniente da hidrólise do ATP e que a produção de lactato na verdade consumiria prótons participando da reoxidação do NAD^+ , ao final da glicólise.

Polêmicas a parte, como ressalta Ferraz et al. (2010), há consenso de que uma idéia importante da fisiologia do exercício, o termo acidose láctica, utilizado em outros tempos para descrever esta queda de pH observada após exercícios intensos, é inadequado, já que os eventos que levam a estas alterações no equilíbrio ácido base são extremamente complexos e provavelmente envolvem outras moléculas além do lactato como as presentes no conceito de análise quantitativa proposto por Stewart (1983) além da dinâmica de substâncias entre fibras musculares ativas e inativas, células musculares, tecido intersticial, plasma e células sanguíneas.

Os valores encontrados no presente trabalho antes do exercício para as pressões parciais ($p\text{O}_2 = 31-35$ e $p\text{CO}_2 = 47$ mmHg) foram um pouco menores para $p\text{O}_2$ (e) e semelhantes para a $p\text{CO}_2$ do relatado na literatura por Art et al. (1990b) ($p\text{O}_2 = 40,3$ e $p\text{CO}_2 = 47$ mmHg), Piccione et al. (2004) ($p\text{O}_2 = 37-45$ e $p\text{CO}_2 = 39-41$ mmHg) e Ferraz et al. (2010) ($p\text{CO}_2 = 47$ mmHg) e Silva et al. (2009) ($p\text{O}_2 = 37-43$ mmHg).

Os achados para estas variáveis pós TSI corroboram o encontrado na literatura, que demonstram queda de $p\text{O}_2$ e aumento de $p\text{CO}_2$ imediatamente após o exercício, decorrente da utilização acentuada de oxigênio e produção de dióxido de carbono nas células musculares em exercício (AINSWORTH, 2008). A este fato, soma-se a incapacidade dos equinos de realizar uma hiperventilação compensatória como ocorre nos humanos em exercício, já que os cavalos apresentam um acoplamento entre os galões do galope e os ciclos respiratórios, impedindo assim o aumento significativo da frequência respiratória (ATTENBURROW; GOSS, 1994). Pelos resultados obtidos no

TSI, sugere-se que o tipo de exercício praticado, contendo galope e vários saltos, também provoque este tipo de impedimento.

Adicionalmente, os resultados de ligeira queda de pH, queda de pO_2 e aumento do pCO_2 poderiam ser explicados pelas alterações provocadas pelo exercício na dinâmica respiratória, como o aumento da frequência e provável queda no volume corrente, caracterizando assim uma respiração superficial e consequente trocas gasosas em menor escala.

Após a realização do TVI houve aumento da pO_2 e manutenção dos valores da pCO_2 , o que diferiu do comportamento destas variáveis pós TSI e da maioria da literatura. Este fato pode ser explicado pelo intervalo de tempo entre o término do exercício e a coleta de sangue que mesmo sendo o mais breve possível, ainda foi mais demorada que a pós TSI, por fatores inerentes ao tipo e tamanho das pistas utilizadas para os dois testes. Esta pequena diferença de tempo de coleta parece ter influenciado o comportamento das pressões parciais por possivelmente permitir a hiperventilação pós galope, retornando os níveis da pCO_2 ao normal e elevando a pO_2 . Este comportamento das variáveis em questão assemelhar-se-ia então ao comportamento de recuperação, como descrito na literatura (ART et al., 1990b; AGUILERA-TEJERO et al., 2000; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006).

Quanto à saturação do oxigênio os valores antes do exercício do presente estudo (58-64%) encontram-se um pouco abaixo dos 70-81% relatados por Piccione et al. (2004) o que poderia ser atribuído a grandes diferenças genéticas e de condicionamento físico entre as populações de equinos estudadas além de diferenças climáticas entre os momentos e locais de estudo.

Os valores da saturação pós TSI foram menores que os de antes do exercício, o que pode ser encontrado na literatura e decorre de alguns fatores: do chamado efeito Bohr, conceituado como o desvio da curva de saturação da oxihemoglobina a direita causada pelo aumento da temperatura e queda de pH (AINSWORTH, 2008) e da menor pressão parcial de oxigênio (FENGER et al., 2000). Tanto o aumento da temperatura corporal (dados não incluídos na tese), quanto a queda no pH e pO_2

sanguíneos foram encontrados no presente estudo pós TSI e certamente contribuíram para a queda na sO_2 .

Os valores de antes do exercício das variáveis de BE, a HCO_3^- e o tCO_2 assim como sua queda após o exercício após o TVI foram semelhantes ao relatado na literatura para exercícios de intensidades moderada a alta (AGUILHERA-TEJERO et al., 2000; PICCIONE et al., 2004; FERRAZ et al., 2010).

Entretanto, diferença nos valores atingidos podem ser vistas. Os valores de HCO_3^- pós TVI (24-26 $mmol.l^{-1}$) assemelham-se mais aos resultados de exercícios moderados como os valores de 28 $mmol.l^{-1}$ relatado por Aguilera-Tejero et al. (2000) e de 24-25 $mmol.l^{-1}$ por Piccione et al. (2004) para provas de salto do que os 13 $mmol.l^{-1}$ relatados por Ferraz et al. (2010) para provas de polo, o que possibilita a caracterização da intensidade do teste.

Íons plasmáticos

Houve aumento das concentrações plasmáticas de Na^+ e K^+ após os dois testes ($p < 0,001$), sem diferença entre os grupos ($p = 0,472$ e $0,678$). Para Ca^{2+} , houve queda de concentração plasmática pós TSI e queda mais acentuada pós TVI ($p < 0,001$). Houve aumento das concentrações plasmáticas de Mg^{2+} somente pós TVI ($p = 0,006$). Para a variável Cl^- houve aumento somente pós TSI ($p = 0,023$).

Não foi encontrada diferença entre os grupos DS e DI para a concentração de nenhum dos íons estudados ($p = 0,472$; $0,678$; $0,307$; $0,525$ e $0,760$ respectivamente para Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Cl^-)

Todos estes resultados são vistos na tabela 12 e representados nas figuras de 20 a 24.

Tabela 12. Concentração plasmática de íons de equinos de salto de raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI).

Íon	Repouso		Pós TSI		Pós TVI	
	DS	DI	DS	DI	DS	DI
Na⁺ (mmol.l⁻¹)	136.50a ± 0.75	136.11a ± 1.27	139.43b ± 1.90	138.75b ± 1.16	140.43c ± 1.40	140.50c ± 2.39
K⁺ (mmol.l⁻¹)	4.02a ± 0.27	3.84a ± 0.22	5.17b ± 0.27	5.14b ± 0.37	5.20b ± 0.18	5.54b ± 0.60
Ca²⁺ (mmol.l⁻¹)	1.69a ± 0.08	1.69a ± 0.07	1.59b ± 0.06	1.60b ± 0.04	1.12c ± 0.10	1.19c ± 0.17
Mg²⁺ (mmol.l⁻¹)	2.23a ± 0.46	2.05a ± 0.76	2.39ab ± 0.34	2.42ab ± 0.39	2.91b ± 0.89	2.80b ± 0.46
Cl⁻ (mmol.l⁻¹)	103.76a ± 8.20	106.09a ± 7.05	110.03b ± 4.94	109.81b ± 5.14	105.48a ± 6.23	104.97a ± 3.92

Letras diferentes a frente das médias denotam diferenças entre o os testes. Na⁺ = sódio, K⁺ = potássio, Ca²⁺ = cálcio, Mg²⁺ = magnésio, Cl⁻ = cloretos.

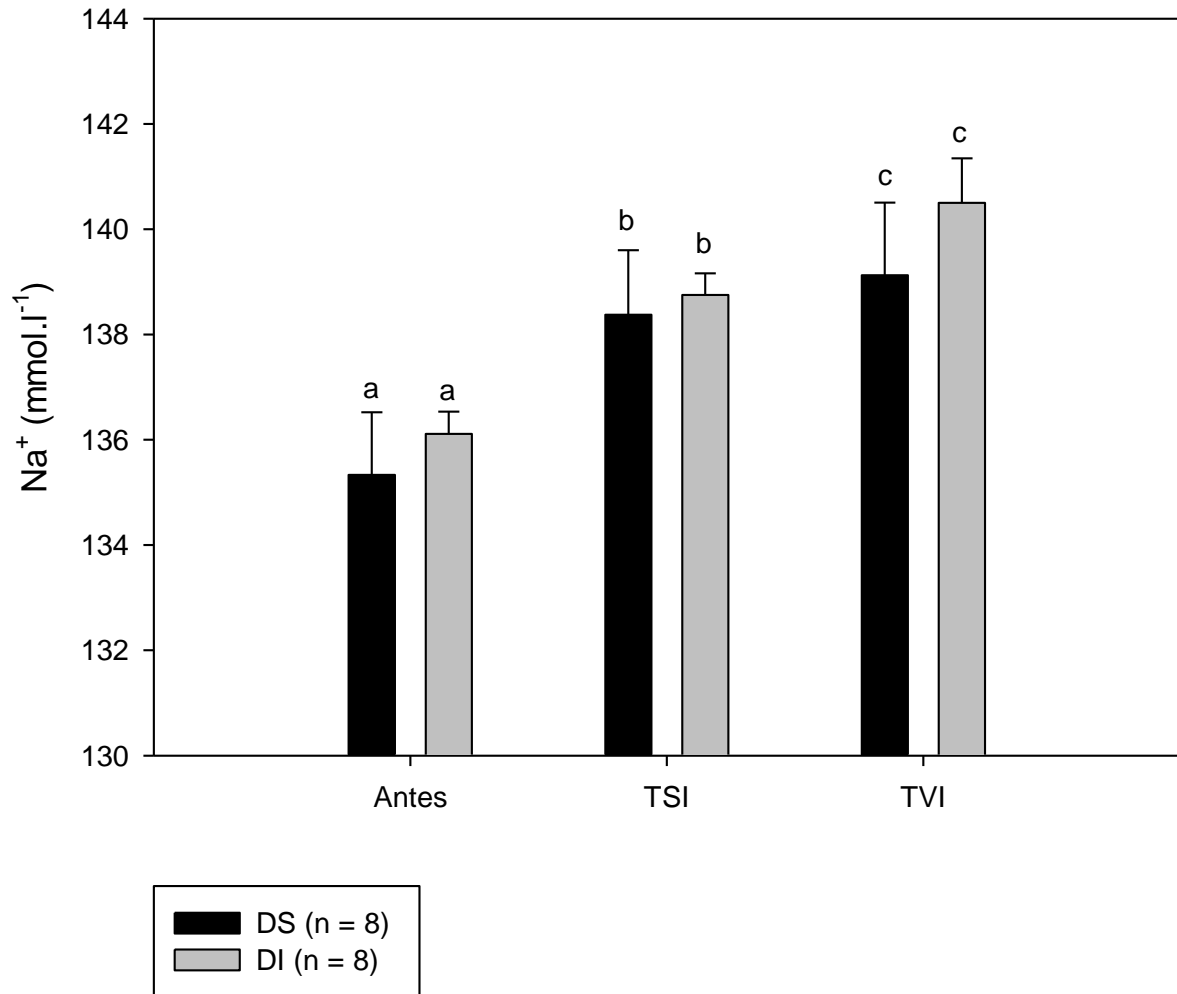


Figura 20. Natremia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

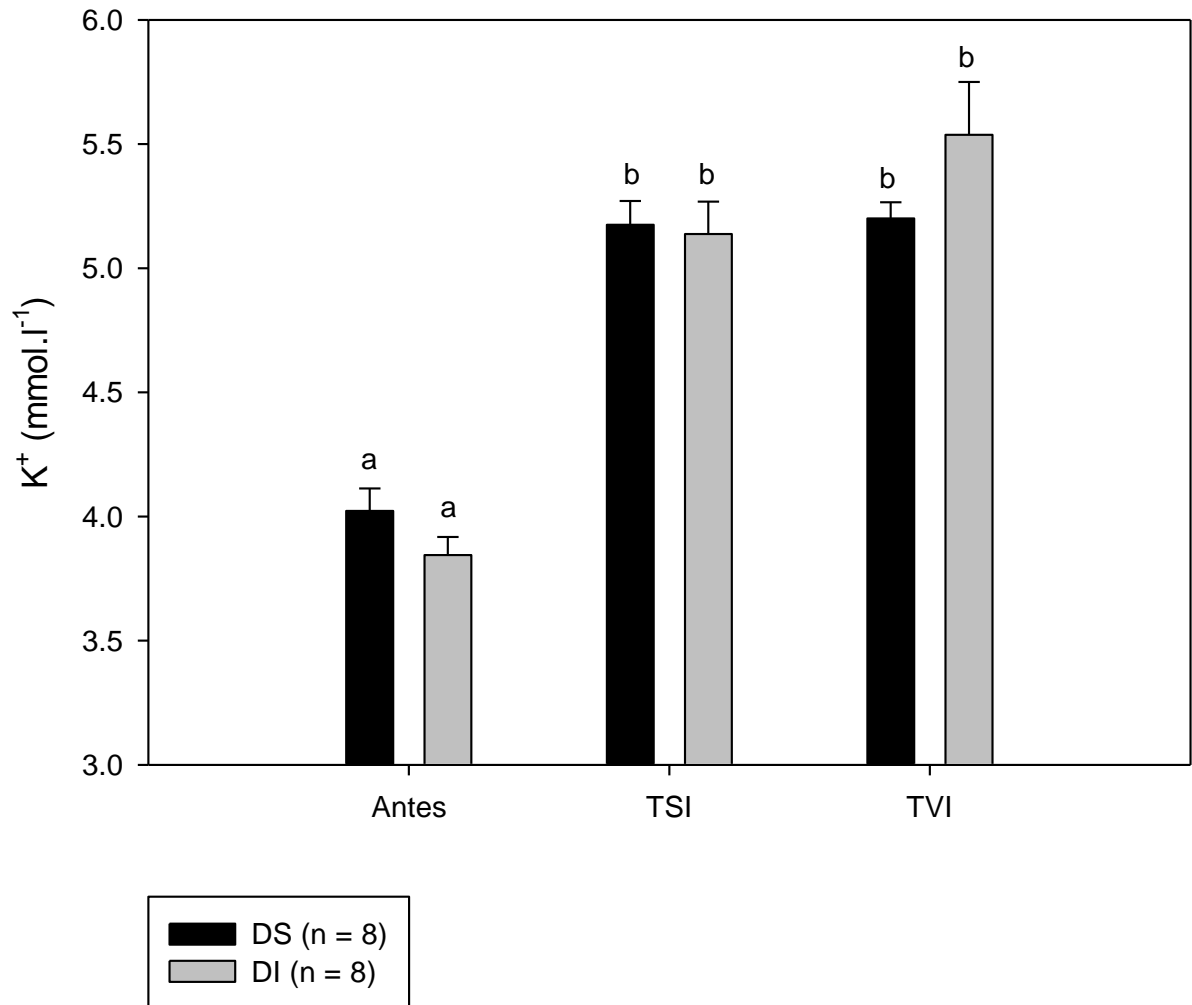


Figura 21. Calemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

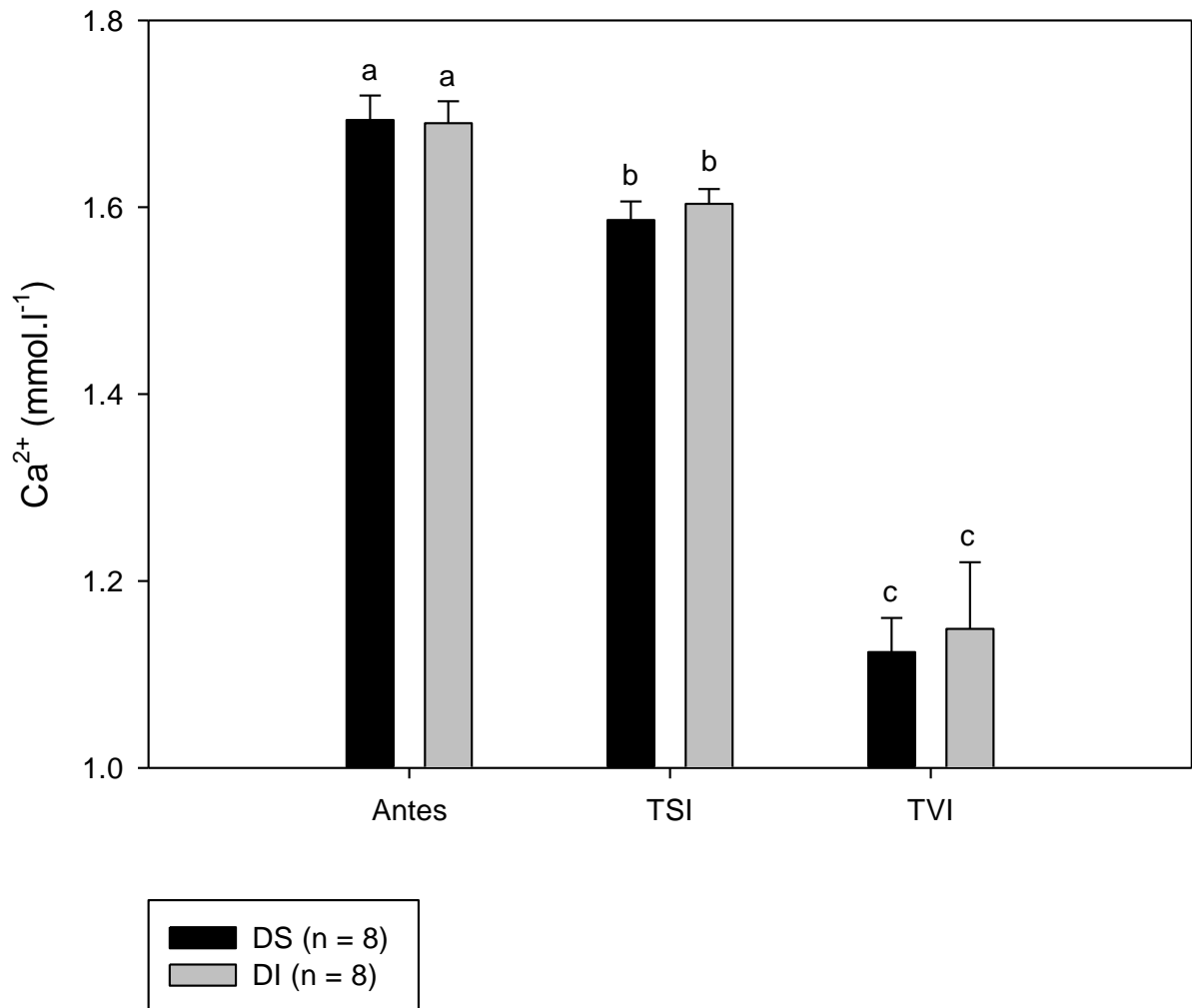


Figura 22. Calcemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

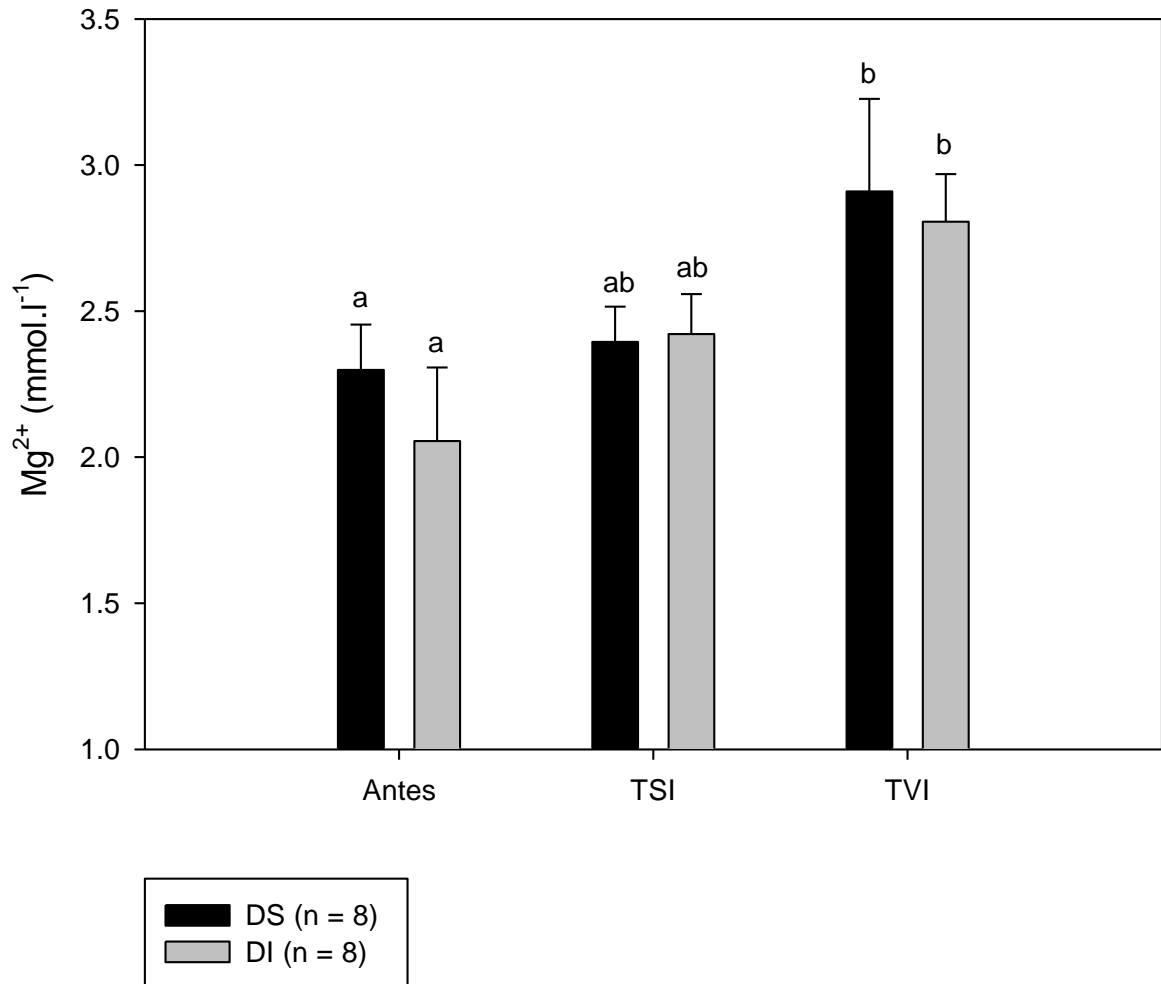


Figura 23. Magnesemia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

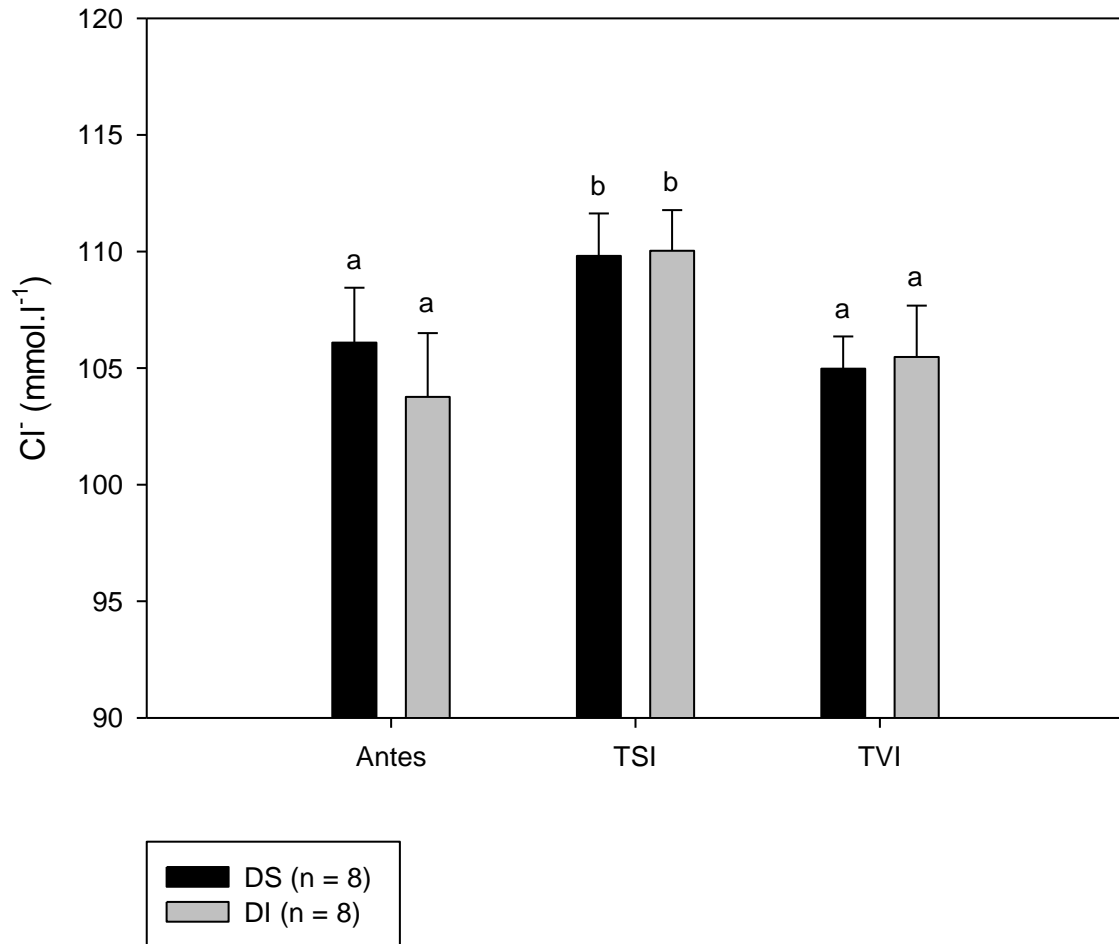


Figura 24. Cloremia de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e desempenho inferior (DI), antes e após serem submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e teste de velocidades incrementais (TVI). Letras diferentes acima de cada barra denotam diferença significativa entre os testes.

O aumento das concentrações de sódio e potássio em equinos em exercícios variados incluindo a modalidade salto foi relatado e converge com os achados do presente estudo tanto para o TSI quanto para o TVI (ART et al., 1990; AGUILERA-TEJERO et al., 2000; FERRAZ et al., 2010).

A elevação da concentração plasmática destes íons está provavelmente ligado ao movimento de fluidos dos espaços intra e extracelular para o compartimento vascular, tendo como consequência o aumento transitório do volume plasmático total assim como das concentrações de alguns íons e proteínas plasmáticas (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006).

Os valores de calemia relatados pós exercício chegam a 10 mmol.l^{-1} (HARRIS; SNOW, 1988), valores bem acima dos encontrados. Isso poderia ser explicado pela intensidade de exercício menor realizada no presente trabalho.

Muriel (2007) relatou que a principal maneira de saída do K^+ intracelular seria a ativação dos canais de K^+ pelas moléculas de Ca^{2+} soltas no sarcolema após a contração muscular. Essa hipercalemia teria como uma das principais funções a vasodilatação muscular local pós início do exercício.

Aguilera-Tejero et al. (2000) relataram outro mecanismo de saída do íon K^+ , a qual seria a passagem desse cátion do meio intra para o extracelular devido à ação de catecolaminas sobre receptores α -adrenérgicos presentes em eritrócitos, fígado e músculos. Adicionalmente, o aumento da K^+ é também provavelmente resultante do efluxo de K^+ em taxa excedente a capacidade da bomba $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$, devido a repetida despolarização do sarcolema em situações de exercício (SCHOTT II et al., 2005).

Leve queda na concentração plasmática de cloretos foi relatada após o exercício (MURIEL, 2007), o que não foi encontrado no presente estudo. Diferença no tipo e intensidade dos exercícios estudados poderia explicar estas disparidades encontradas.

CONCLUSÕES

A metodologia proposta para a avaliação da aptidão física de cavalos de salto foi exequível e contém alto grau de especificidade para a modalidade, já que contempla o gesto desportivo e, portanto, a ativação dos grupamentos musculares envolvidos no salto.

No teste de saltos incrementais a aptidão física para o salto pode ser avaliada através de algumas variáveis propostas como a lactatemia de cada estágio e a diferença entre a lactatemia final e inicial, além de algumas variáveis hemogasométricas como o excesso de base e concentração total de gás carbônico, já que as mesmas apresentaram diferenças entre os grupos de desempenho superior e inferior; enquanto no teste de velocidades incrementais a capacidade aeróbia dos animais pode ser avaliada na medida em que variáveis derivadas da relação entre a frequência cardíaca e a intensidade do exercício, além das glicemias e de variáveis hemogasométricas como o excesso de base, concentração de bicarbonato e gás carbônico total mostraram diferenças entre os grupos.

REFERENCIAS

AGUILERA-TERRERO, E.; ESTEPA, J. C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRIGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Medicine**, n. 68, p. 103-108, 2000.

AINSWORTH, D. M. Lower airway function: responses to exercise and training. In: **Equine Exercise Physiology**, HINCHCLIFFE, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. W.B. Saunders: Londres, 2008.

ANDREWS, F. M.; GEISER, D. R.; WHITE, S. L. WILLIAMSON, L. H.; MAYKUTH, P. L.; GREEN, E. M. Haematological and biochemical changes in horses competing in a 3 Star horse trial and 3-day-event. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 20, p. 57-63, 1995.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal Supplement**, n. 9, p. 78-82, 1990.

ATTENBURROW, D. P.; GOSS, V. A. The mechanical coupling of lung ventilation to locomotion in the horse, **Medical Engineering & Physics**, v. 16, n. 3, p. 188-192, 1994.

BARREY, E.; VALETTE, J. P. Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. **Annales de Zootechnie**, v. 42, p. 89-98, 1993.

BAYLY, W. M.; GRANT, B. D.; BREEZE, R. G.; KRAMER, J. W. The effect of maximal exercise on acid-base balance and arterial gas tension on Thoroughbred horses. **Equine Exercise Physiology 1**, p. 400-408, 1983.

BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI F. M. **Fisiología Del Ejercicio em Equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007. p.145 – 151.

BITSCHNAU, C.; WIESTNER, D. S.; TRACHSEL, D. S.; AUER, J. A.; WEISHAUPT, M. A. Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, n. 38, p. 17-22, 2010.

BOBBERT, M. F.; SANTAMARÍA. S. Contribution of the forelimbs and hindlimbs of the horse to mechanical energy changes in jumping, **Journal of Experimental Biology**, v. 208, n. 2, p. 249-260, 2005.

BOFFI, F. M. Principios de entrenamiento. In:_____. **Fisiologia Del Ejercicio em Equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007. p.145 – 151.

BÖNING, D.; MAASSEN, N. Last word on point:counterpoint: lactic acid is/is not the only physicochemical contributor to the acidosis of exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 1, p. 368.

BOULÉ, N. G.; WEISNAGEL, S. J.; LAKKA, T. A.; TREMBLAY, A.; BERGMAN R. N.; RANKINEN. T.; LEON, A. S.; SKINNER, J. S.; WILMORE, J. H.; RAO, D. C.; BOUCHARD, C. Effects of exercise training on glucose homeostasis: the HERITAGE Family Study, **Diabetes care**, v. 28, n 1, p. 108-1124, 2005.

CLAYTON, H. M. Time-motion analysis of show jumping competitions. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 16, n. 6, p. 262-266, 1996.

CLAYTON, H. M.; BARLOW, D. A. Stride characteristics of of four grand prix jumping horses. **Equine Exercise Physiology 3**, p. 151-157, 1991.

COEN, B.; URHAUSEN, A.; KINDERMANN, W. Sport specific performance diagnosis in rowing: an incremental graded exercise test in coxless pairs. **Internal Journal of Sports Medicine**, v. 24, p. 428-432.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. **Regulamento de salto CBH 2012**. 68p.

COUROUCÉ A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **Veterinary Journal**, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sporting events in horses. **Veterinary Research Communication**, v. 20, n. 4, p. 371-379, 1996.

DIAS, D. C. R.; ROCHA, J. S.; GUSMÃO, A. L.; EL-BACHÁ, R. S.; AYRES, M. C. C. Efeito da suplementação com vitamina e selênio sobre o quadro hematológico, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 790-801, 2009

ERICKSON, B. K.; ERICKSON, H. H.; SEXTON, W. L.; COFFMAN, J. R. Performance evaluation and detection of injury during exercise training in the Quarter horse using a heart rate computer. **Equine Exercise Physiology 2**, p. 92–101, 1987.

EVANS, D. L. E. Exercise testing in the field. In: **Equine Exercise Physiology**, HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. W.B. Saunders: Londres, 2008.

EVANS, D. L.; SILVERMAN, E. B.; HODGSON, D. R.; EATON, M. D.; ROSE, R. J. Gait and respiration in standardbred horses when pacing and galloping. **Research in Veterinary Science**, v. 57, n. 2, p. 233-239, 1994.

FENGER, C. K.; MCKEEVER, K. H.; HINCHCLIFF, K. W.; KOHN, C. W. Determinants of oxygen delivery and hemoglobin saturation during incremental exercise in horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 61, n. 10, p. 1324-1332, 2000.

FERRAZ, G. C.; D'ANGELIS, F. H. F.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; FREITAS, E. V. V.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Limiar sanguíneo de lactato reflete a resposta da glicose em cavalos submetidos a teste de exercício progressivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n.1, p. 256-259, 2008.

FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, s. 38, p 191-195, 2010.

GOODYEAR, L. J.; KAHN, B. B. Exercise, glucose transport and insulin sensitivity, **Annual review in Medicine**, v. 49, p. 235-261, 1998.

HARRIS, P.; MARLIN, D. J.; DAVIDSON, H.; RODGERSON, J.; GREGORY, A.; HARRISON, D. Practical assessment of heart rate response to exercise under field conditions. **Equine and Comparative Exercise Physiology**, v. 4, n. 1, p 15–21, 2007.

HARRIS, P.; SNOW, D. H. The effects of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes, **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 2, p. 109-113, 1988.

HYPPA, S.; RASANEN, L. A.; POSO, A. R. Resynthesis of glycogen in skeletal muscle from standardbred trotters after repeated bouts of exercise. **American Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 2, p. 162-166, 1997.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE. **Equestrian sport**: participating during the history of the Olympic Games, 2011. Disponível em: <http://www.olympic.org/Assets/OSC%20Section/pdf/QR_sports_summer/Sports_Olympiques_sports_%C3%A9questres_eng.pdf>. Acesso em 31 de janeiro de 2012.

KOBAYASHI, M.; KURIBARA, K.; AMADA, A. Application of V200 values for evaluation of training effects in the young thoroughbred under field conditions. **Equine Veterinary Journal**, v. S30, p. 159–162, 1999.

KOHO, N. M.; HYYPPÄ, S.; PÖSÖ, A. R. Monocarboxylate transporters (MCT) as lactate carriers in equine muscle and red blood cells., **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 36, p. 354-358, 2006.

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; AMORY, H. Heart rate, hematological and serum biochemical responses to show jumping. **Equine exercise physiology** 3, p. 385-390, 1991.

LINDNER, A. E. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2038-2044, 2010.

LINDNER, A; BOFFI, F. M. Pruebas de ejercicio In: BOFFI, F. M. **Fisiología del ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica Editorial, 2007. 302p.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine Exercise Physiology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 296p.

MISUMI K, SAKAMOTO H, SHIMIZU R. Changes in blood lactate and heart rate in thoroughbred horses during swimming and running according to their stage of training. **Veterinary Records**, v. 135, n. 10, p. 226-228, 1994.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; VIVO, R.; AGÜERA, E. I; ESCRIBANO; B. M.; CASTEJÓN, F. M. The use of functional indexes to evaluate fitness in andalusian horses. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v. 59, n. 9, p. 747-750, 1997.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; AGÜERA, E. I.; ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F. M. Locomotor, cardiocirculatory and metabolic adaptations to training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, 25-31, 1998.

MURIEL, M. G. Equilíbrio hidroeletrolítico. In: BOFFI F. M. **Fisiologia Del Ejercicio em Equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007.

PHILIP, A.; MACDONALD, A. L.; WATT, P. W. Lactate – a signal coordinating cell and systemic function. **The Journal of Experimental Biology**, v. 208, p. 4561-4575, 2005.

PICCIONE, G.; FERRANTELLI, V.; FAZIO, F.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Blood-gas profile in the show jumper undergoing increasing workloads during a 2-day event. **Comparative clinical pathology**, v. 13, p. 43-50, 2004.

PICCIONE, G.; GIANNETTO, C.; ASSENZA, A.; FAZIO, F.; CAOLA, G. Serum electrolyte and protein modification during different workload in jumper horses. **Comparative Clinical Pathology**, v.16, p. 103-107, 2007.

PICCIONE, G.; MESSINA, V.; CASELLA, S.; GIANNETTO, C.; CAOLA, G. Blood lactate levels during exercise in athletic horse. **Comparative clinical Pathology**, v. 19, p. 535-539, 2010.

PINNINGTON, H; DAWSON, B. Examination of validity and reliability of the accusport blood lactate analyzer. **Journal of Science and Medicine in Sports**, v. 4, n. 1, p. 129-138, 2001.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral do treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte editora. 2008. 887p.

PÖSÖ, A. R. Monocarboxylate transporters and lactate metabolism in equine athletes: a review. **Acta Veterinaria Scandinavia**, v. 43, n. 2, p. 63-74, 2002.

PÖSÖ, A. R.; LAMPINEM, K. J.; RÄSÄNEN, L. A. Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise. **Equine Veterinary Journal**, v. 27, n. S18, p. 231-234, 1995.

POWERS S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**, São Paulo: Manole, 2000.

POWERS, P. N. R.; HARRISON, A. J. Models for biomechanical analysis of jumping. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 19, n. 12, p. 799-806, 2001.

RALSTON, S. Insulin and glucose regulation, **The Veterinary Clinics: Equine Practice**, v. 18, p. 295–304, 2002.

RÄSÄNEN, L. A.; LAMPINEN, K. J.; PÖSÖ, A. R. Responses of blood and plasma lactate and plasma purine concentrations to maximal exercise and their relation to performance in standardbred trotters. **American Veterinary Research**, v. 56, n. 12, p. 1651-1656, 1995.

RIVERO, J. L.; BOFFI, F. M. Parte II. Respuesta y adaptación: Aparato musculoesquelético. In: **Fisiologia del ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica Editorial, 2007. 302p.

ROBERGS, R. A. Counterpoint: Muscle lactate and H⁺production do not have a 1:1 association in skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 5, p. 1489-1491, 2001.

ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Reply: the wandering argument favoring a lactic acidosis. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 291, n. 1, p. 238-239, 2006.

ROECKER, K.; STRIEGEL, H.; DICKHUTH, H.-H. Heart-Rate Recommendations: Transfer Between Running and Cycling Exercise? **Internal Journal of Sports Medicine**, v. 24, p. 173-178, 2003.

RONÉUS, N.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.; PERSSON, S. Muscle characteristics and plasma lactate and ammonia response after racing in Standardbred trotters: relation to performance. **Equine Veterinary Journal**, v. 31, n. 2, p. 170-173, 1999.

SABEV, S. Effect of the jumping activity in the course of training exercise on the level of serum cortisol, blood lactate and heart rate in horses. **Trakia Journal of Sciences**, v. 9, n. 1, p. 78-82, 2011.

SCHOTT II, H. C.; BOHART, G. V.; EBERHART, S. W. Potassium and lactate uptake by noncontracting tissue during strenuous exercise. **Equine Exercise Physiology 6, Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 532-538, 2002.

SILVA, M. A. G.; MARTINS, C. B.; GOMIDE, L. M. W.; ALBERNAZ, R. M.; QUEIROZ-NETO, A.; LACERDA-NETO, J. C. Determinação de eletrólitos, gases sanguíneos, osmolalidade, hematócrito, hemoglobina, base titulável e anion gap no sangue venoso de equinos destreinados submetidos a exercício máximo e submáximo em esteira

rolante, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 61, n. 5, p. 1021-1027, 2009.

SIMÕES, H. G. **Respostas metabólicas e hormonais durante os testes de determinação do limiar anaeróbio individual e lactato mínimo**. Tese (Doutorado em Ciências Fisiológicas) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos, 2000.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; SPIERENBURG, A. J.; VAN DEN BROEK, E. T. W. The workload on riding-school horses during jumping, **Equine Exercise Physiology 7, Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 36, p. 93-97, 2006.

SOARES, O. A. B. **Comparação de diferentes métodos lactacidêmicas e glicêmicos de determinação do limiar anaeróbio em equinos**. 2008. 80f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp Jaboticabal, 2008.

STACHURSKA, A.; PIETA, M.; NESTERUK, E. Which obstacles are most problematic for jumping horses? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 77, n. 3, p. 197–207, 2002.

STEWART, P.A. Modern quantitative acid-base chemistry. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 61, n. 12, 1441–1461, 1983.

SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 2, p. 299-323, 2003.

TAYLOR, L. E.; FERRANTE, P. L.; KRONFELD, D. S.; MEACHAM, T. N. Acid-base variables during incremental exercise in sprint-trained horses fed a high-fat diet. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 7, p. 2009-2018, 1995.

THOMASSIAN, A.; WATANABE, M. J.; ALVES, A. L. G.; HUSSNI, C. A.; NICOLETTI, J. L. M.; FONSECA, B. P. Concentrações de lactato sanguíneo e determinação do V4 de cavalos da raça árabe durante teste de exercício progressivo em esteira de alta velocidade. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 2005.

VÄIHKÖNEN, L. K.; HEINONEN, O. J.; HYYPPÄ, S.; NIEMINEN, M.; PÖSÖ A. R. Lactate-transport activity in RBCs of trained and untrained individuals from four racing species. **American Journal of Physiology: Regulatory, Comparative and Integrative Physiology**, v. 281, n. 1, p. 19-24, 2001.

VÄIHKÖNEN, L. K.; PÖSÖ, A. R. Interindividual variation in total and carrier-mediated lactate influx into red blood cells. **American Journal of Physiology**, v. 274, n. 4, p. 1025-1030, 1998.

VALETTE, J. P.; BARREY, E.; WOLTER, R. Multivariate analysis of exercise parameters measured during an incremental treadmill test. In. PERSSON, S. G. B; LINDHOLM, A.; JEFFCOTT, L. B. (ed). **Equine Exercise Physiology 3**, ICEEP Publications: Davis, p. 337-342, 1991.

VERMEULEN, A. D.; EVANS, D. L. Measurements of fitness in Thoroughbred racehorses using field studies of heart rate and velocity with a global positioning system. **Equine Exercise Physiology 7, Equine Veterinary Journal Supplement**, p. 113–117.

VINCZE, A.; SZABÓ, C.; HEVESI, Á.; VERES, S.; ÜTÓ, D.; BABINSZKY, L. Effect of age and event on post exercise values of blood biochemical parameters in show jumping horses. **Acta Agraria Kaposváriensis**, v. 14, n. 2, p. 185-191, 2010.

WELKK, G. J. (ed). **Physical activity assessment for health-related research**, Human Kinetics Publication: Champaign, EUA, 2002. 269p.

CAPÍTULO 3 – VARIÁVEIS HEMATOLÓGICAS DE EQUINOS DE NÍVEIS DE DESEMPENHO DIFERENTES SUBMETIDOS A TESTE DE EXERCÍCIO PADRONIZADO COM SALTOS INCREMENTAIS

RESUMO

A aptidão física de atletas é determinada por diversos fatores de natureza diferentes, o que torna sua avaliação extremamente complexa. Poucos estudos a cerca das variações hematológicas de equinos submetidos ao exercício de salto foram relatados. O presente estudo teve por objetivo avaliar as alterações hematológicas de equinos de submetidos a teste de saltos incrementais. Foram utilizados dois grupos de equinos, desempenho superior (DS) e inferior (DI), com oito animais cada. O teste foi realizado em picadeiro de areia contendo percurso oval de 74 m, em três estágios, com 40 saltos cada, de alturas de 40, 60 e 80 cm. As variáveis mensuradas foram mensuradas foram: contagem de leucócitos (Le), contagem de hemácias (He), concentração plasmática de hemoglobina (He), hematócrito (Ht), contagem de plaquetas (Plt), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média, porcentagem de linfócitos (%Linf) e granulócitos (%Gran) e contagem de linfócitos (#Linf) e granulócitos (#Gran). Foi realizada análise de variância e teste de Holm-Sidak para múltiplas comparações com nível de significância de 5%. Após o início do exercício houve aumento das variáveis He, Hb, Ht, VCM, Le, %Linf, #Linf e #Gran e queda do CHCM e %Gran. O grupo DS apresentou VCM e HCM maiores que o DI. O aumento das variáveis pode ser atribuído a contração esplênica, mediada por catecolaminas que tem por objetivo aumentar a disponibilidade de oxigênio para o metabolismo muscular. Concluiu-se que o presente protocolo de teste de avaliação da aptidão física provoca alterações nas variáveis hematológicas mensuradas.

Palavras-chave: aptidão física, avaliação desportiva, desempenho, equinos de salto, hematologia, hipismo.

INTRODUÇÃO

A aptidão física de um equino é determinada por vários fatores biológicos e fisiológicos de alta complexidade e interdependência (PICCIONE et al., 2007). Na busca por melhores resultados desportivos muitos são os esforços para determinar índices de desempenho válidos e, apesar da maioria dos autores basearem-se em índices de lactatemia e frequência cardíaca, há alguns estudos relativos a outros tipos de variáveis como percentagem de tipos de fibras musculares e parâmetros hematológicos (MUÑOZ et al., 1997).

Sabe-se ainda, que na prática equestre, muitas variáveis fisiológicas como hematócrito, hemoglobina e proteínas plasmáticas totais são utilizadas para o acompanhamento do treinamento (LINDNER, 2000). Todavia, Marlin e Nankervis (2006) relataram que embora haja alterações na hematologia dos equinos decorrentes do exercício e treinamento, ainda não existem indicadores hematológicos confiáveis de desempenho e condicionamento físico.

Durante o exercício o baço, como reservatório de eritrócitos, se contrai mobilizando as células para a circulação, o que gera um rápido e pronunciado aumento de hemácias na circulação aumentando, conseqüentemente, o Ht e a Hb. No cavalo de corrida, o Ht pode aumentar de 40-50% para 60-70% após o exercício (ERICKSON, 1996). O aumento de Ht além da hemoglobina e das proteínas plasmáticas totais se deve, além da contração esplênica, à sudorese ocorrida durante o período de exercício (CONCEIÇÃO et al, 2001).

Muñoz et al. (2005) relatam que tanto o Ht quanto a Hb final em um teste de exercício padronizado, têm sido utilizadas para predição de performance e seleção em cavalos Puro Sangue Espanhol. Entretanto, no mesmo trabalho, ressaltam que para diferentes raças, possivelmente outros índices poderiam ser utilizados para tal finalidade.

Alguns autores, em estudo de provas de salto, relataram aumento do hematócrito após o exercício, no entanto, este aumento foi menor que o encontrado para modalidades de exercício máximo, fato explicado pela menor contração esplênica

associada à atividade simpática menos intensa (ART et al., 1990; LEKEUX et al., 1991). Barrey e Valette (1993) relataram que para cavalos de salto, quanto maior o nível competitivo do evento que o atleta participa, maior é o aumento encontrado no Ht.

Apesar de Hodgson e Rose (1994) afirmarem que o exercício pode levar a pequenas diminuições do volume globular médio (VGM) e aumento da concentração de hemoglobina globular média (CHGM), há autores que relatam que o exercício não parece afetar estas variáveis hematimétricas (DOMINGUES JÚNIOR et al., 2004). Piccione (2007) afirma que há uma forte relação entre o VGM e o desempenho aeróbio, já que para os autores o VGM e o Ht são interdependentes na otimização de fluxo sanguíneo durante o exercício. No mesmo mérito, Ferraz et al. (2009), em exercício em esteira rolante encontrou aumento em VGM e CHGM para os últimos momentos de exercício intenso ($10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Quanto a série branca, é relatado que o exercício de alta intensidade em cavalos provoca uma leucocitose moderada marcada por linfocitose e aumento variado no número de neutrófilos, associadas provavelmente a mobilização da reserva eritrocitária esplênica (CARLSON, 1987). Já Korhonem et al. (2000), após estudar cavalos de corrida, relataram neutrofilia de duração de seis horas após o exercício. Os mesmos autores ainda afirmam que a relação entre neutrófilos e linfócitos pode ser um indicativo de adaptação ao exercício, sendo que em cavalos treinados essa relação se tornaria mais baixa. Marlin e Nankervis (2006) relataram que em exercícios de baixa intensidade mas longa duração normalmente ocorre leucopenia transitória, marcada por aumento da contagem de neutrófilos.

Neste contexto o objetivo do presente estudo foi avaliar as alterações hematológicas ocorridas em cavalos de salto submetidos a teste de salto incrementais, teste idealizado para possuir alto grau de especificidade para a modalidade, já que contempla o gesto desportivo e, portanto, a ativação dos grupamentos musculares envolvidos no salto.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e ginetes

Utilizaram-se dezesseis equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos e fêmeas, com idade de $11,6 \pm 3,1$ anos, peso de $490,2 \pm 53,7$ Kg, altura de $1,59 \pm 0,09$ praticantes da modalidade salto, pertencentes ao Exército Brasileiro (EB) e estabulados na Academia Militar das Agulhas Negras, Resende – RJ. O manejo nutricional diário foi constituído por volumoso à vontade e concentrado comercial 1% da massa corpórea. Os animais foram submetidos a um exame clínico completo, além de hematológico e bioquímico no sentido de determinar a higidez para a participação do experimento.

Quatro ginetes participaram dos testes, todos instrutores profissionais, possuidores do curso de pós graduação *latu sensu* Instrutor de Equitação, da Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro – RJ. Os cavaleiros possuíam altura entre 1,75 e 1,83m, peso entre 75 e 83 Kg e foram distribuídos nos conjuntos de salto aleatoriamente.

Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em dois grupos, um de desempenho superior (DS) e outro inferior (DI), de acordo com o histórico de participação em provas nos últimos dois anos. Os animais com histórico de participação somente em provas na categoria Amador, nível Escola de Equitação, com obstáculos de altura máxima de 1,00 m, foram classificados como sendo do grupo de desempenho inferior (DI) e os com histórico de participação no último ano de provas de categoria Sênior, nível CSN e CSN 1*, com obstáculos com alturas máximas de 1,10 e 1,20 m, foram classificados como sendo de desempenho superior (DS) (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO, 2012). Os dados médios de idade, peso e nível competitivo podem ser vistos na tabela 1, do capítulo 2.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado (DBC) sendo os fatores de influência: os grupos (DS e SI) e os estágios dentro do teste de exercício.

Teste de saltos incrementais (TSI)

O TSI foi proposto como sendo um teste de exercício padronizado que contempla o gesto desportivo da modalidade e, portanto o emprego dos grupamentos musculares específicos do salto. Este teste teve por objetivo avaliar a aptidão física para o exercício de salto isoladamente, tanto quanto possível.

O TSI foi conduzido em picadeiro coberto de areia com dez obstáculos dispostos em duas fileiras, totalizando um percurso de 74 metros. Antes do teste, um aquecimento de 10 minutos nos andamentos passo e trote foi realizado. O teste foi composto de três estágios com as alturas crescentes de 40, 60 e 80 cm nos obstáculos, todos verticais simples. Cada estágio foi realizado em quatro voltas no percurso em velocidade constante de $300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ e um intervalo de três minutos entre os mesmos.

A coleta de sangue, por meio de venopunção jugular, foi realizada antes e logo após cada estágio de exercício. O sangue foi armazenado em tubos com pressão negativa e anticoagulante EDTA para posterior quantificação das variáveis hematológicas em contador automatizado⁸. As variáveis mensuradas foram: contagem de leucócitos (Le), contagem de hemácias (He), concentração plasmática de hemoglobina (He), hematócrito (Ht), contagem de plaquetas (Plt), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular média, porcentagem de linfócitos (%Linf) e granulócitos (%Gran) e contagem de linfócitos (#Linf) e granulócitos (#Gran).

O TSI foi realizado em dois dias seguidos, no período da manhã, com temperatura do ar média de $23,5 \text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa do ar (UR) média de 73,5 %.

⁸ ABX Micros ABC Vet, Horiba Medical, Japão.

Análise estatística

Foi realizada análise de variância (ANAVA) e teste *pot hoc* de Holm-Sidak para detecção de diferenças significativas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas em programas computacionais específicos⁹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Índices eritrocitários

Para as variáveis He, Hb e Ht houve aumento somente no primeiro estágio de exercício ($p < 0,001$), sem diferença entre os grupos ($p = 0,562; 0,372; 0,406$ para cada uma das variáveis).

Houve aumento do VCM também no primeiro estágio de exercício ($p < 0,001$), o que foi mantido nos demais estágios, sendo que o grupo DS apresentou sempre VCM maiores que o grupo DI ($p = 0,044$).

O grupo DS apresentou HCM maior que o grupo DI ($p = 0,021$) mas diferença entre antes e os estágios do exercício não foi encontrada ($p = 0,435$). Para a CHCM houve diminuição dos valores quando da comparação entre os estágios 40 e 80 cm e o tempo antes do exercício ($p < 0,001$), sem diferença entre os grupos ($p = 0,441$).

Os resultados das variáveis concernentes aos eritrócitos estão sumarizados na tabela 1 e ilustrados nas figuras 1 a 6.

⁹ Minitab 14, Minitab Inc., Pensilvânia, EUA e Sigmaplot 11, Systat Software, Inc., California, EUA.

Tabela 1. Variáveis hematológicas ligadas à série vermelha de equinos de salto de raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais (TSI) e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).

Variáveis	Antes		40 cm		60 cm		80 cm	
	DS	DI	DS	DI	DS	DI	DS	DI
He ($10^6/\text{mm}^3$)	7.51a ± 1.35	6.88a ± 0.44	9.18 b ± 1.44	10.15 b ± 0.95	9.95 b ± 1.11	10.01 b ± 0.62	10.02 b ± 1.10	10.52 b ± 0.87
Hb (g/dL)	12.5a ± 2.4	9.8a ± 3.3	15.2 b ± 2.0	16.5b ± 3.2	16.6b ± 1.6	15.7b ± 1.2	16.6b ± 1.3	16.5b ± 1.4
Ht (%)	37.9a ± 7.6	32.8a ± 2.8	46.4b ± 6.5	50.8b ± 8.4	50.5b ± 4.8	48.5b ± 3.9	50.6b ± 3.7	48.0b ± 10.2
VCM (fm^3)	50.4a ± 2.4	47.6a* ± 2.6	50.9b ± 2.0	48.4b* ± 2.6	51.0b ± 2.1	48.4b ± 2.6	50.6b ± 1.9	48.5b* ± 2.4
HCM (pg)	16.6a ± 0.8	15.8a* ± 0.7	16.6a ± 0.7	15.6a* ± 0.8	16.7a ± 0.7	15.7a* ± 0.7	16.6a ± 0.7	15.6a* ± 0.8
CHCM (g/dL)	33.0a ± 0.5	33.1a ± 0.7	32.7b ± 0.8	32.3b ± 0.9	32.8ab ± 0.7	32.5ab ± 1.1	32.7b ± 0.6	32.1b ± 0.8

Letras diferentes a frente das médias denotam diferenças estatística entre os estágios. Asterisco a frente das médias denota diferença entre os grupos. He = contagem de hemácias, Hb = concentração plasmática de hemoglobina, Ht = hematócrito, VCM = volume corpuscular médio, HCM = hemoglobina corpuscular média, CHCM = concentração de hemoglobina corpuscular média.

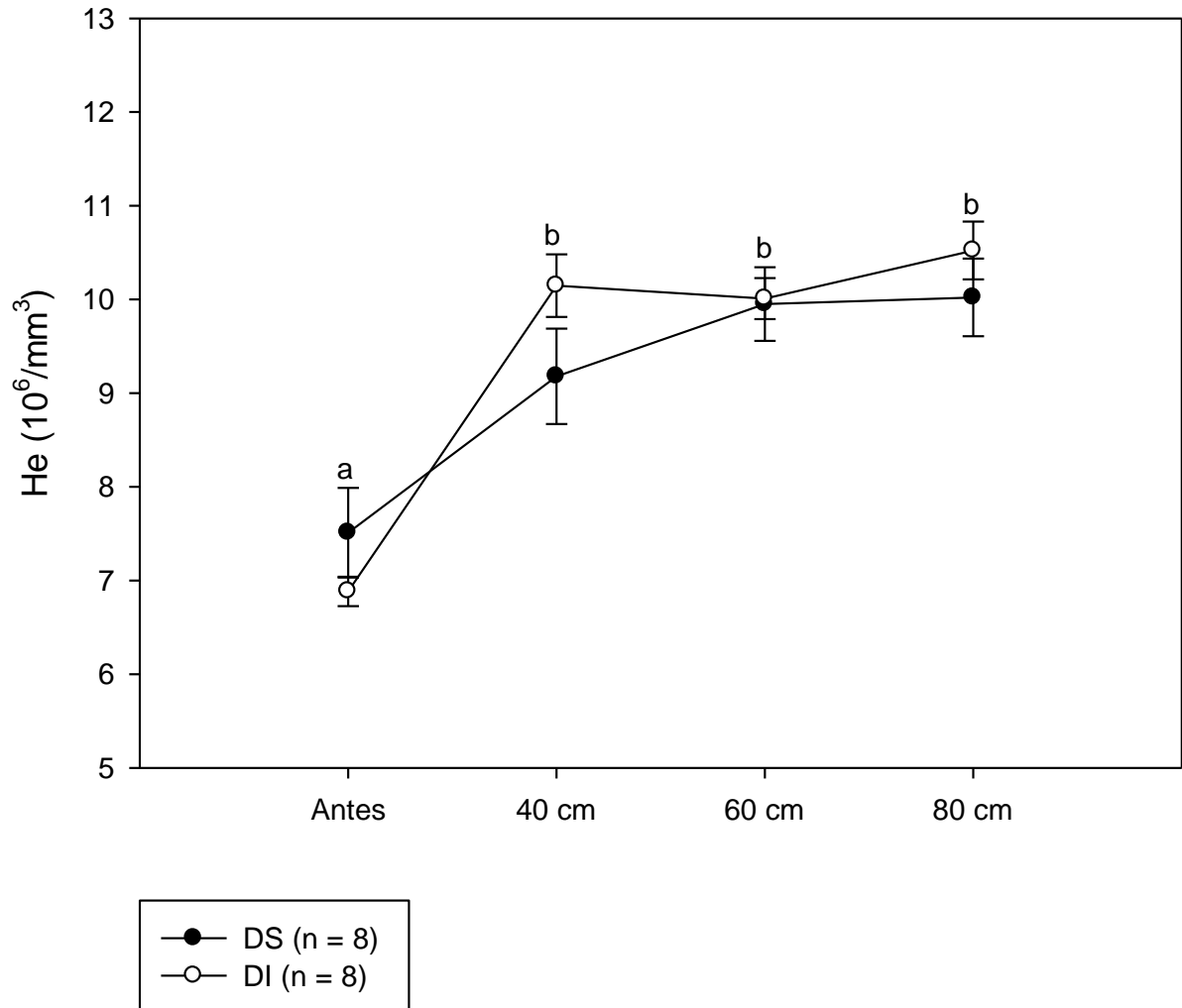


Figura 1. Número de hemácias equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

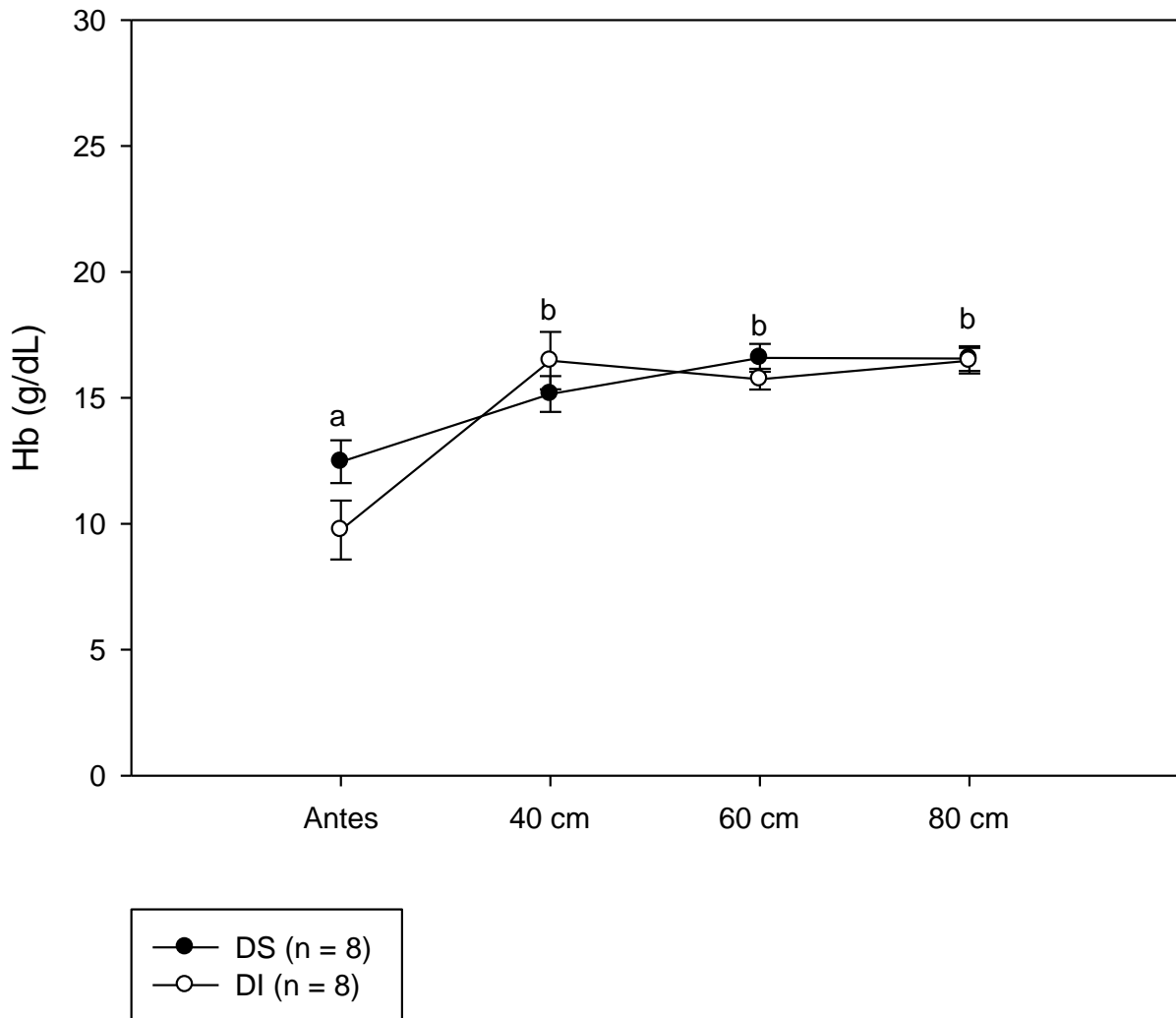


Figura 2. Concentração sanguínea de hemoglobina de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

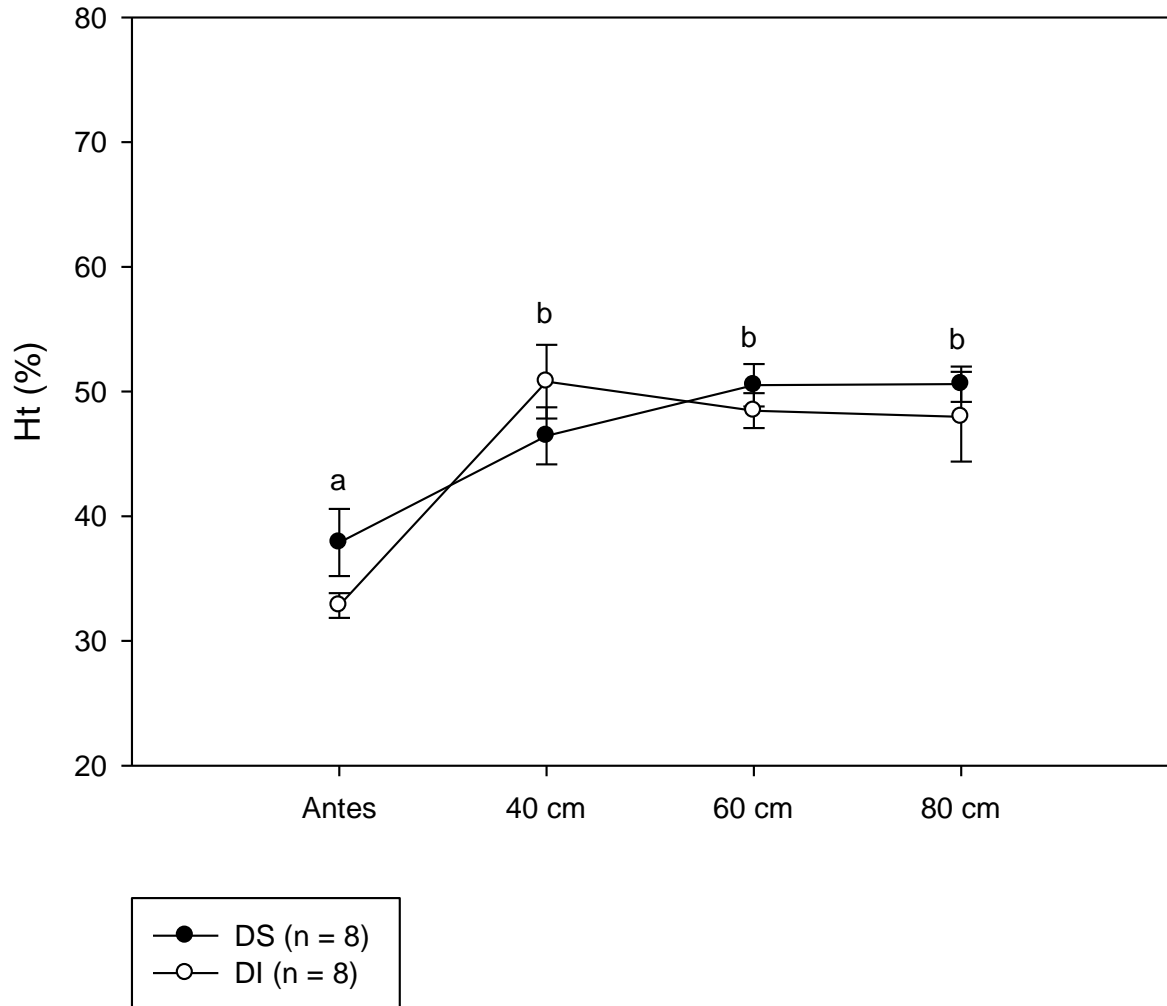


Figura 3. Hematócrito de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

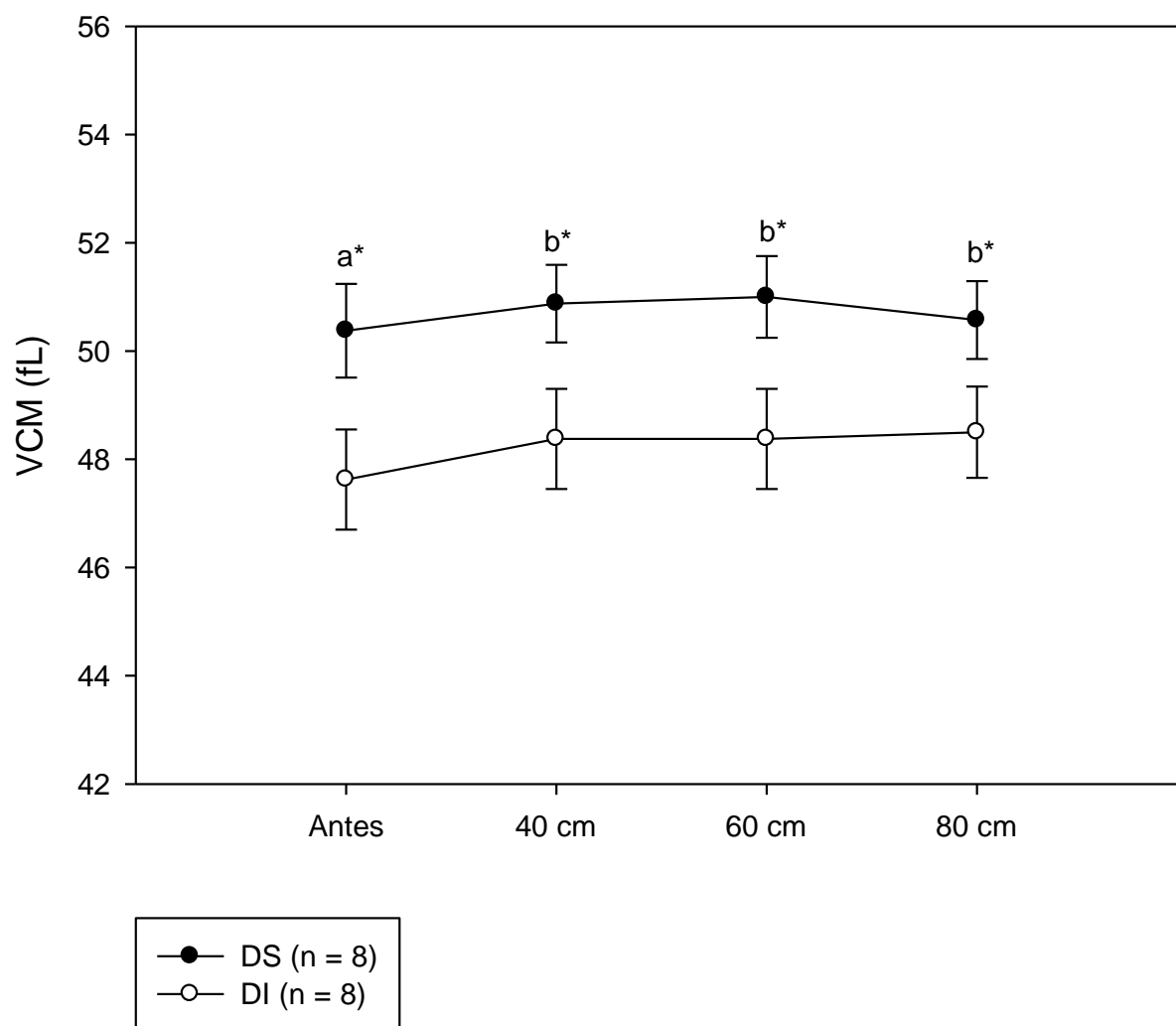


Figura 4. Volume corpuscular médio de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos. Asterisco acima das barras denota diferença entre os grupos.

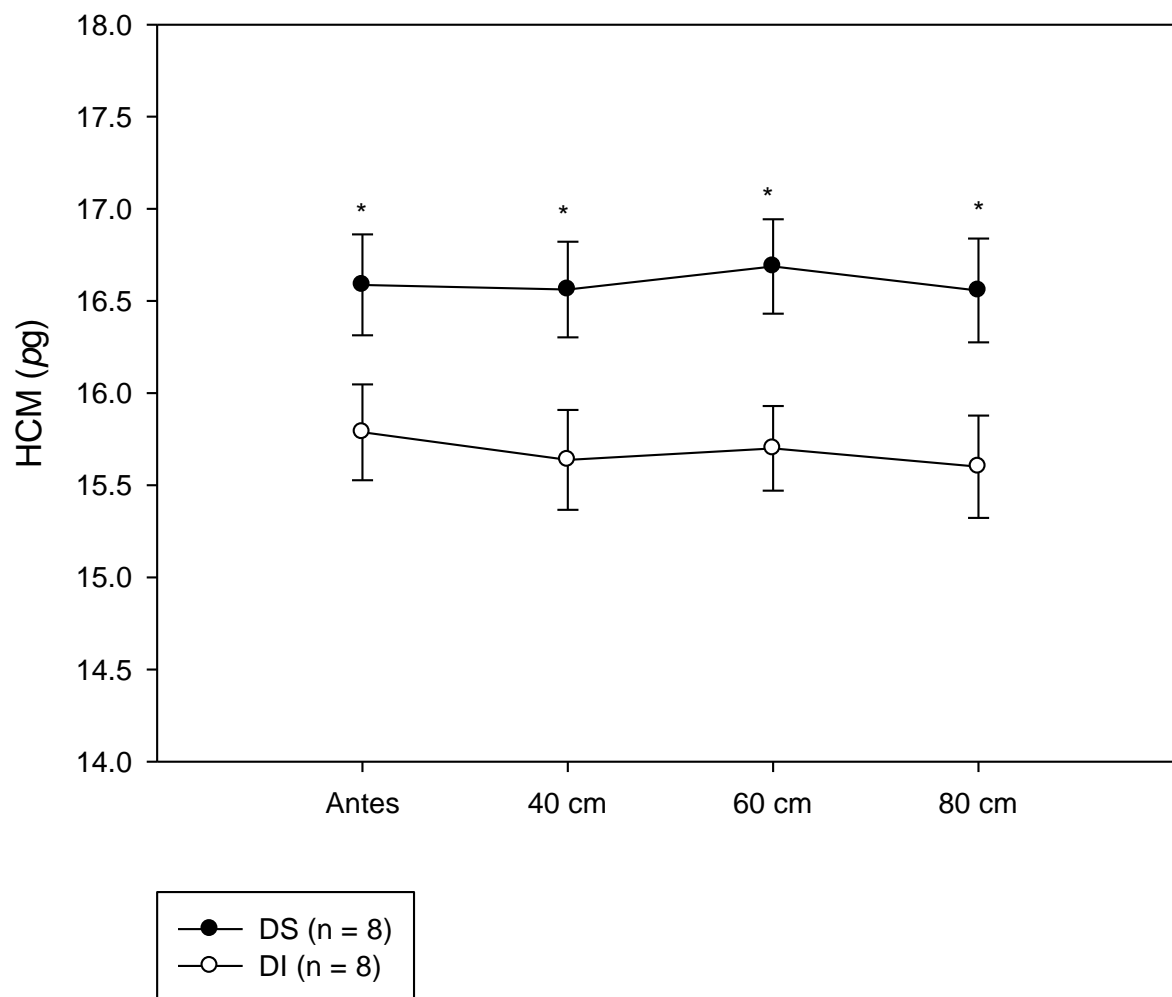


Figura 5. Hemoglobina corpuscular média de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Asterisco acima das barras denota diferença entre os grupos.

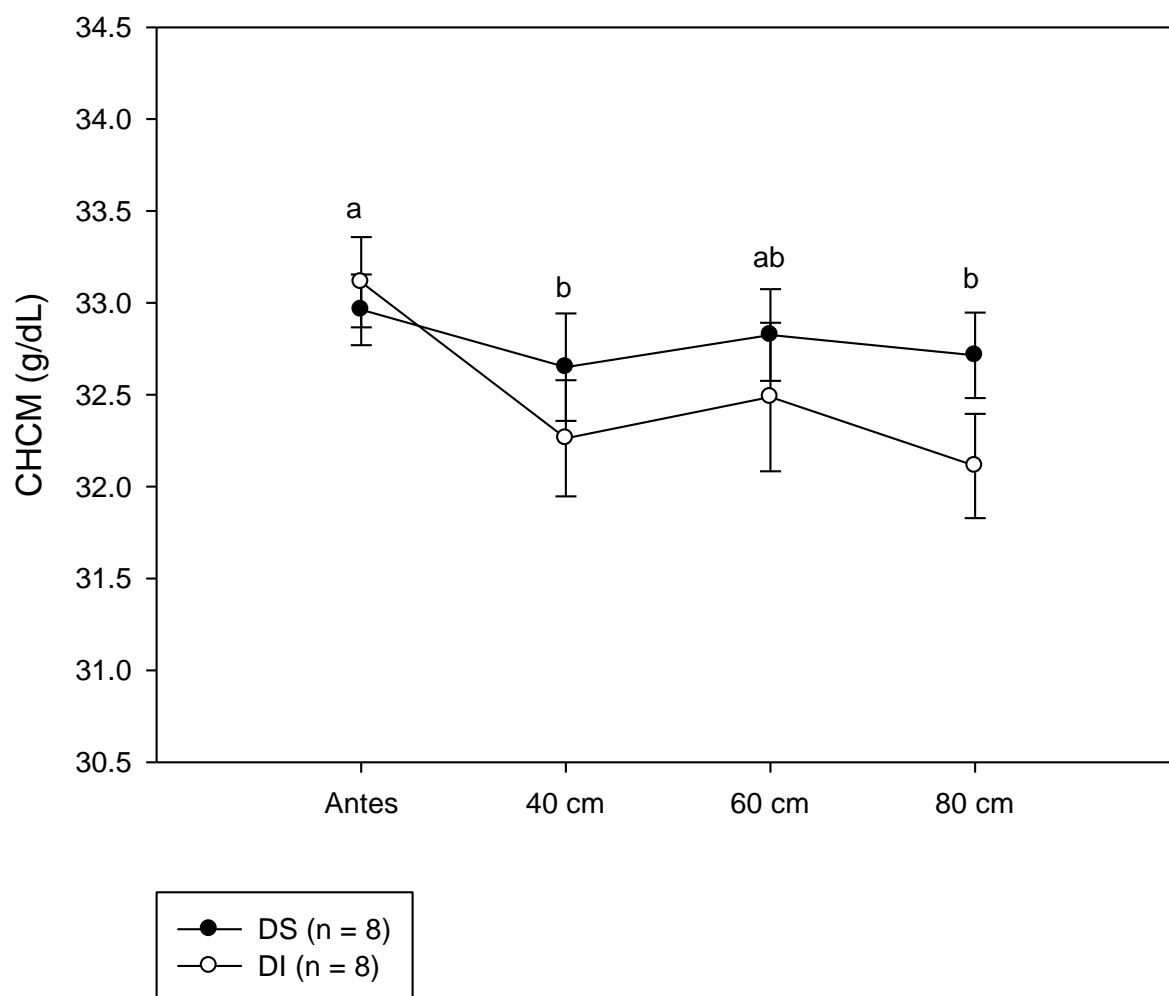


Figura 6. Concentração de hemoglobina corpuscular média de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

Os resultados de aumento de hematócrito e concentração de hemoglobina pós início de exercício são bem conhecidos na literatura, e tem por finalidade aumentar a capacidade sanguínea de transporte de oxigênio, e é causada pela mobilização da reserva esplênica de eritrócitos (AGUILERA-TEJERO et al., 2000).

No presente estudo, este aumento foi numericamente consistente com a literatura da modalidade salto (ART et al., 1990; LEKEUX et al., 1991; AGUILERA-TEJERO et al., 2000; PICCIONE et al., 2004).

Piccione et al. (2004), em trabalho com equinos de salto em dois dias de competição seguidos, relatou aumento de hematócrito de $32,38 \pm 3,89$ para $45,50 \pm 1,77$ % e de $31,88 \pm 2,75$ para $43,50 \pm 2,98$ % para cada dia respectivamente. Lekeux et al., (1991) relataram aumento de $35,2 \pm 1,2$ para $49,4 \pm 1,5$ %. Estes resultados assemelham-se aos obtidos no TSI, nos grupos DS e DI, que elevaram seu Ht de $37,9 \pm 7,6$ para $50,6 \pm 3,7$ % e de $32,8 \pm 2,8$ para $48,0 \pm 10,2$ %.

Os resultados de Hb de Piccione et al. (2004) e Aguilera-Tejero et al. (2000) para a modalidade também assemelham-se aos obtidos neste estudo já que os autores relataram aumentos de $10,50 \pm 1,25$ para $15,01 \pm 0,53$ e de $11,8 \pm 0,5$ para $18,0 \pm 0,6$ e no presente estudo foram obtidos aumentos de $12,5 \pm 2,4$ para $16,6 \pm 1,3$ e de $9,8 \pm 3,3$ para $16,5 \pm 1,4$, respectivamente para o grupo DS e DI.

Já em modalidades com exercícios mais intensos, relatos de aumentos em maior intensidade nestas variáveis foram feitos, como aumento do Ht até valores de 65-70% em cavalos de corrida (BAYLY; KLINE, 2007), e da Hb de 12,7 para 19,1 g/dL em cavalos de pólo (FERRAZ et al., 2010).

Este aumento, menos intenso que o observado em exercícios máximos, foi atribuído a uma contração esplênica de menor intensidade, provavelmente associada a um estímulo simpático também menor (LEKEUX et al., 1991) e ao contrário dos exercícios de longa duração, muito provavelmente não está associada a desidratação (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 2006).

Ademais, aumentos sucessivos nestas variáveis conforme a carga do exercício se incrementa também foram relatados (BAYLY; KLINE, 2007), o que não ocorreu no presente estudo, pois não houve diferença nestas variáveis entre os estágios de altura

de 40, 60 e 80 cm. Isto pode ser explicado pela grande contribuição do metabolismo anaeróbio para o gesto do salto (MARLIN; NANKERVIS, 2006) e conseqüente menor participação do metabolismo aeróbio, o que provavelmente não provocou maiores estímulos a esta via energética a cada estágio do exercício.

Alguns autores relatam relação entre o nível de treinamento e a capacidade de mobilização esplênica de eritrócitos (BAYLY; KLINE, 2007), no entanto, outros autores relatam que estas variáveis isoladamente, são incapazes de prever o nível de treinamento ou de desempenho de equinos (LINDNER, 2000), o que condiz mais com os achados do presente trabalho, já que os equinos do grupo DS não se comportaram de modo diferente dos do grupo DI para estas variáveis.

Ligeiro aumento do VCM após o início do exercício foi relatado na literatura (KINGSTON, 2008) e vai ao encontro dos achados neste estudo. Adicionalmente, o maior VCM encontrado para o grupo DS corrobora estudos que relatam que esta variável está associada ao desempenho em cavalos jovens (PERSON, 1967) e de corrida (MCGOWAN, 2008), sendo que o maior volume levaria ao aumento da capacidade de transporte de oxigênio dos eritrócitos e conseqüente maior capacidade aeróbia dos animais. Estes achados poderiam indicar que apesar da inegável importância do metabolismo anaeróbio para a modalidade de salto, a via aeróbia de produção de energia parece ter importância na diferenciação de níveis competitivos destes atletas.

Índices leucocitários e plaquetários

A variável Le comportou-se da mesma maneira que o He, sendo que houve aumento no primeiro estágio de exercício e manutenção dos valores ($p < 0,001$), não havendo diferença entre os grupos ($p = 0,620$). Não houve diferença estatística significativa para a variável Plt seja entre antes e durante o exercício ($p = 0,859$) ou entre os grupos ($p = 0,911$).

Para %Linf houve diferença entre os estágios 80 cm e antes do exercício ($p < 0,001$) e 80 cm e 40 cm ($p = 0,017$) e para %Gran somente o estágio de 80 cm diferiu

do tempo antes do exercício ($p < 0,001$), mostrando elevação destes índices somente nos últimos estágios do exercício.

Já para #Linf e #Gran houve diferença significativa entre o tempo antes do exercício e todos os demais ($p < 0,001$), havendo aumento da contagem destas células logo após o início do exercício. Tanto para %Linf quanto para %Gran, #Linf e #Gran não houve diferença entre os grupos ($p = 0,768; 0,793; 0,969; 0,583$, respectivamente).

Os resultados deste índices podem se vistos na tabela 2 e nas figuras de 7 a 12.

Tabela 2. Variáveis hematológicas leucocitárias e plaquetárias de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).

Variáveis	Antes		40 cm		60 cm		80 cm	
	DS	DI	DS	DI	DS	DI	DS	DI
Le ($10^3/mm^3$)	7.34a ± 1.20	7.06a ± 1.61	8.19b ± 1.02	8.63b ± 2.15	8.41b ± 0.86	9.14b ± 1.86	8.30b ± 1.22	8.89b ± 1.64
Plt ($10^3/mm^3$)	128.1a ± 74.0	109.0a ± 41.1	121.0a ± 46.6	105.6a ± 40.1	111.9a ± 34.2	132.6a ± 27.6	107.3a ± 25.6	123.6a ± 27.8
%Linf (%)	25.6a ± 5.1	25.1a ± 4.0	26.6a ± 4.7	25.6a ± 4.1	26.7ab ± 5.3	26.2ab ± 4.6	27.0b ± 5.1	27.2b ± 4.4
%Gran (%)	68.3a ± 5.8	69.3a ± 4.9	67.3ab ± 4.8	67.7ab ± 4.9	66.9ab ± 5.4	67.4ab ± 5.5	66.3b ± 5.1	66.0b ± 4.6
#Linf ($10^3/mm^3$)	1.8a ± 0.6	1.7a ± 0.3	2.1b ± 0.3	2.1b ± 0.5	2.2b ± 0.5	2.3b ± 0.4	2.2b ± 0.4	2.4b ± 0.5
#Gran ($10^3/mm^3$)	5.1a ± 0.8	5.0a ± 1.4	5.6b ± 0.9	6.0b ± 1.8	5.7b ± 0.7	6.3b ± 1.7	5.6b ± 1.1	6.0b ± 1.4

Letras diferentes a frente das médias denotam diferenças estatísticas entre os estágios. Asterisco a frente das médias denota diferença entre os grupos. Le = contagem de leucócitos, Plt = contagem de plaquetas, %Linf = porcentagem de linfócitos, %Gran = porcentagem de granulócitos, #Linf = contagem de linfócitos, #GRan = granulócitos (#Gra).

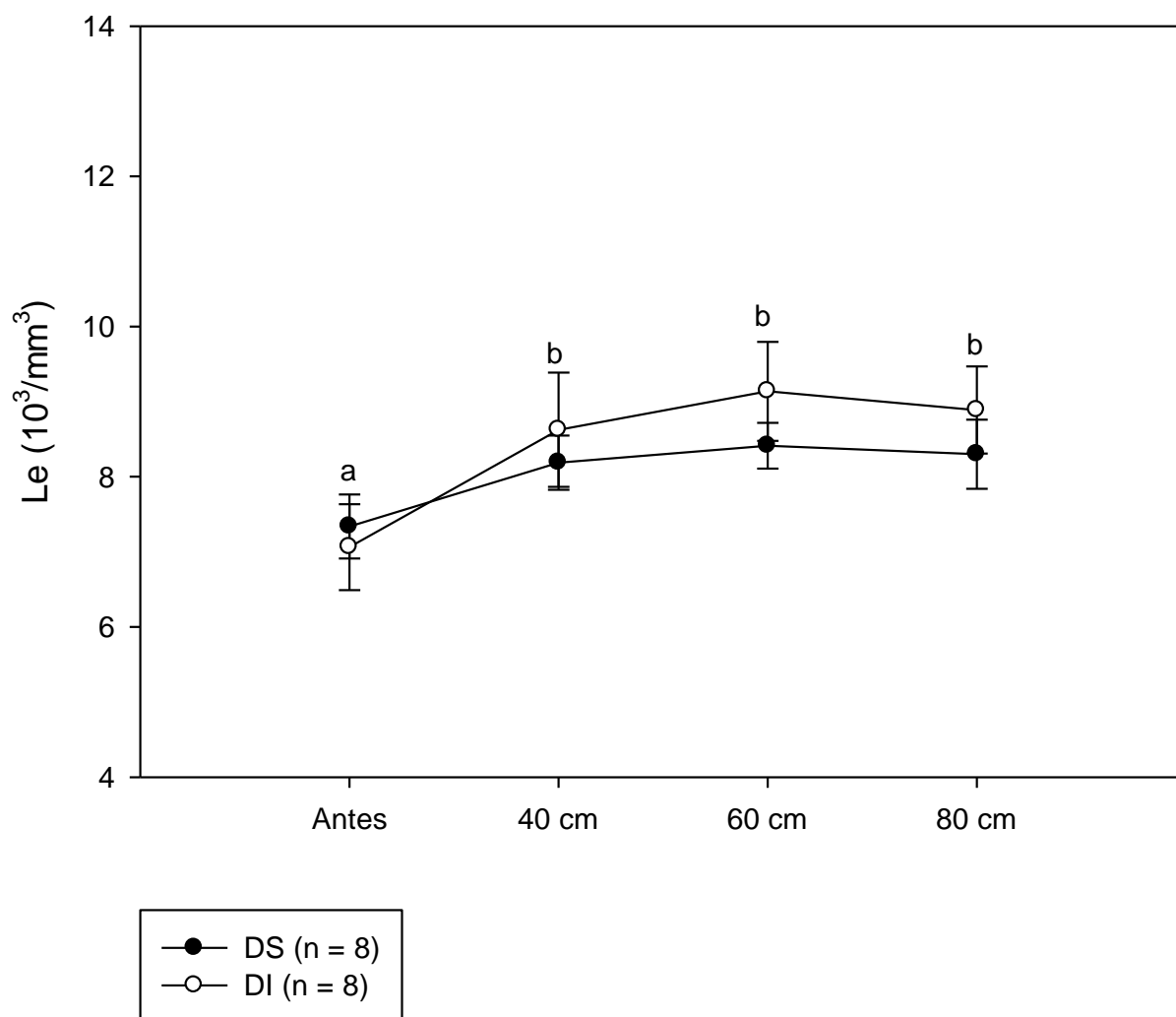


Figura 7. Número de leucócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

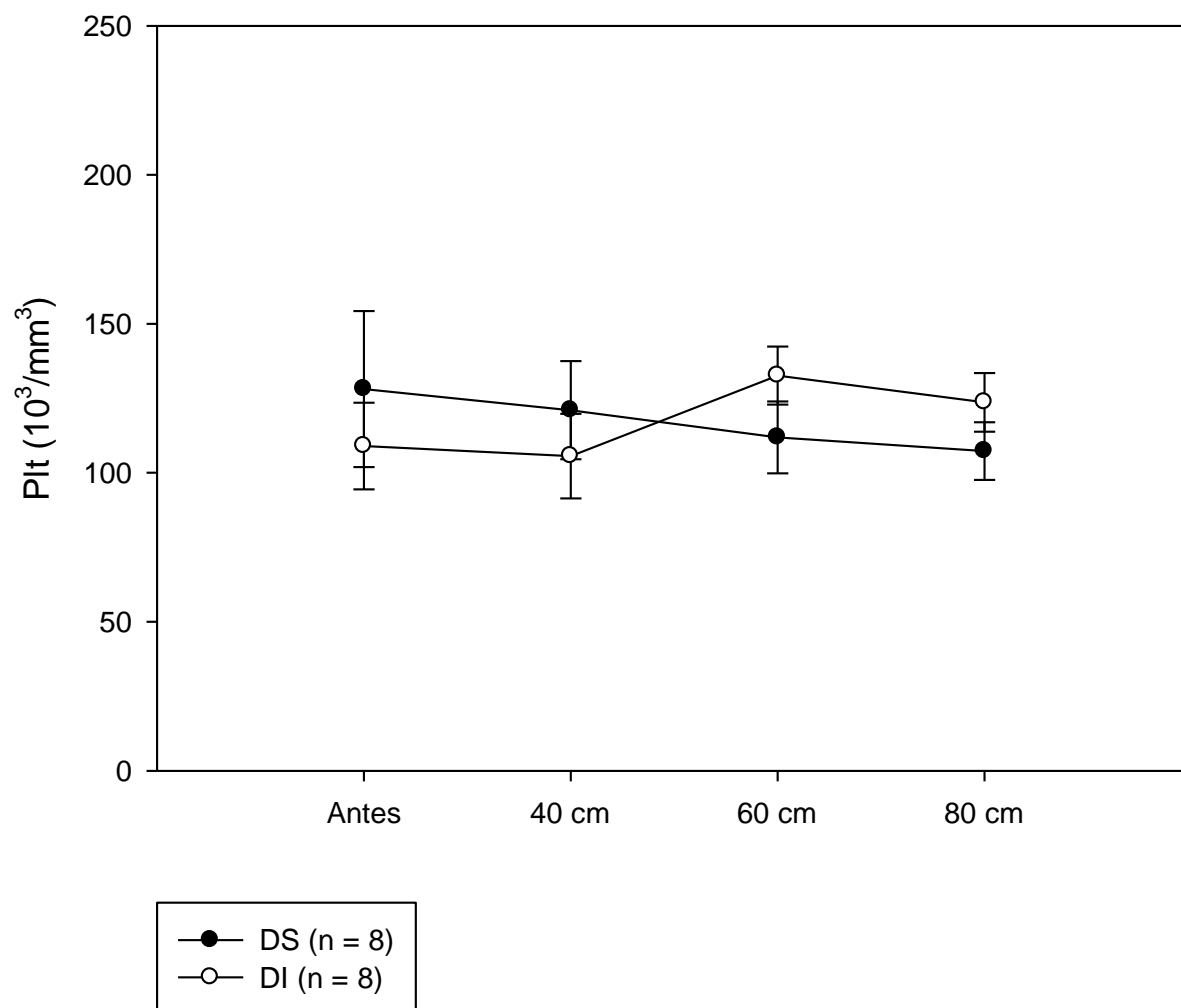


Figura 8. Número de plaquetas de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI).

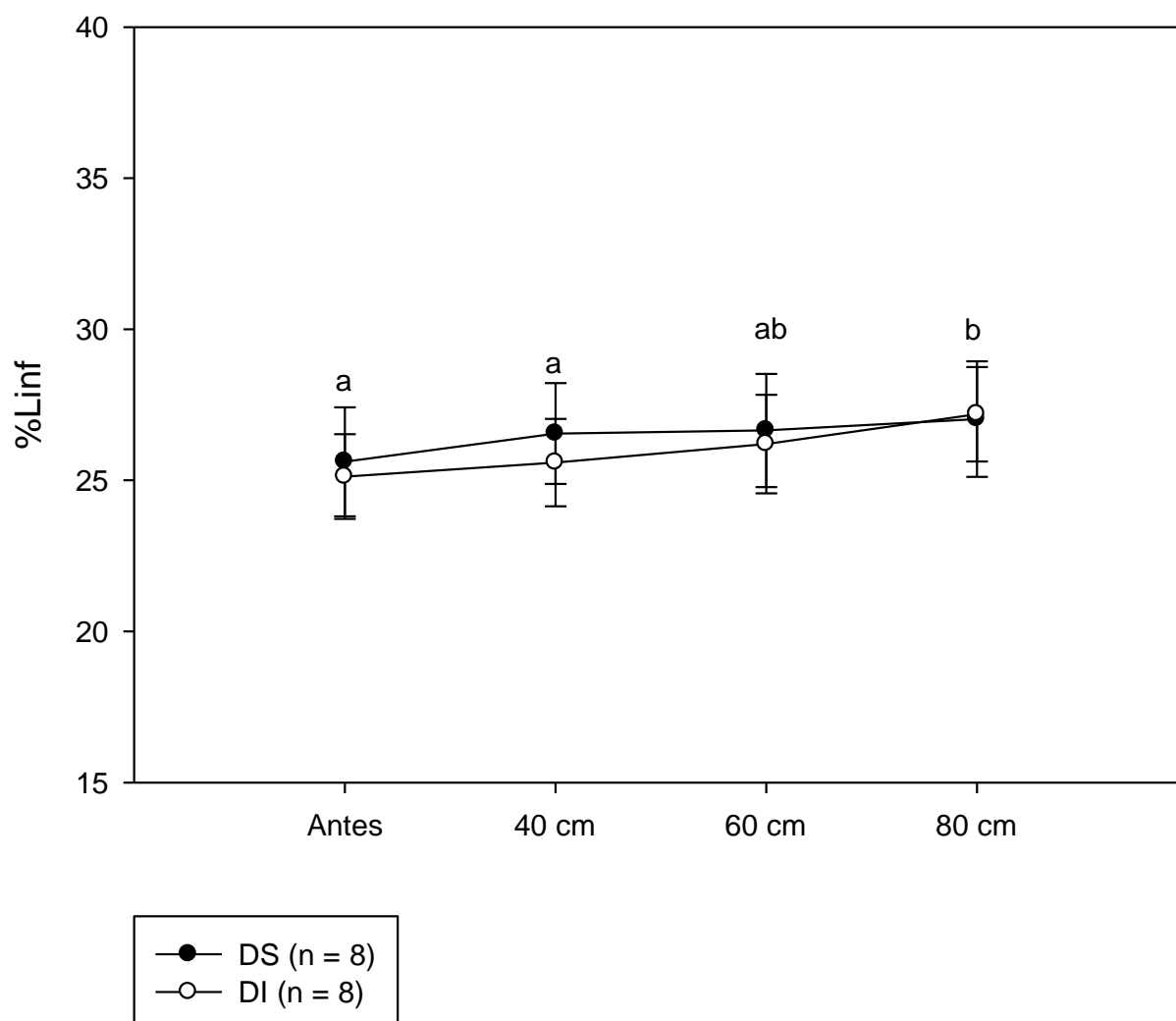


Figura 9. Porcentagem de linfócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

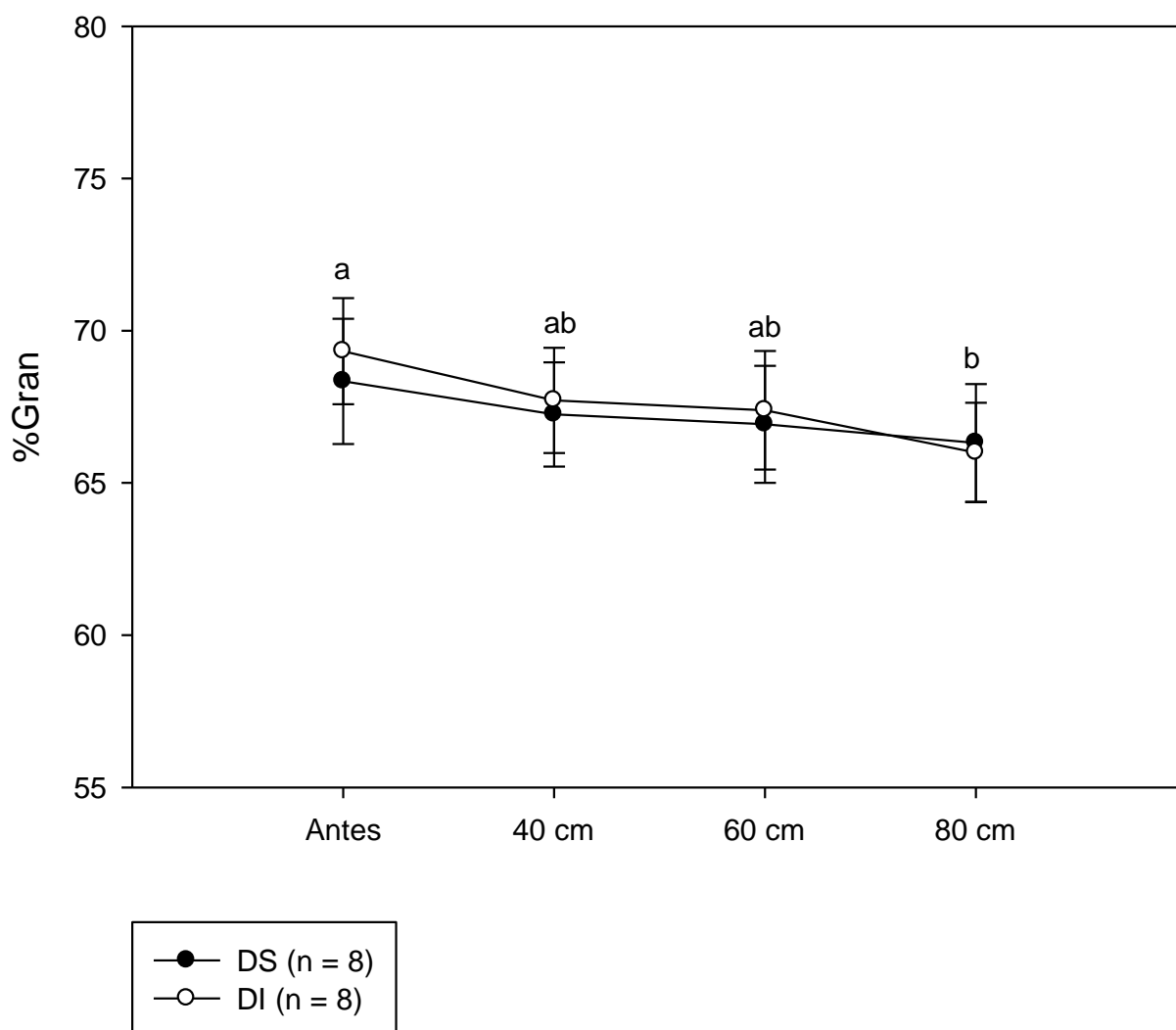


Figura 10. Porcentagem de granulócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

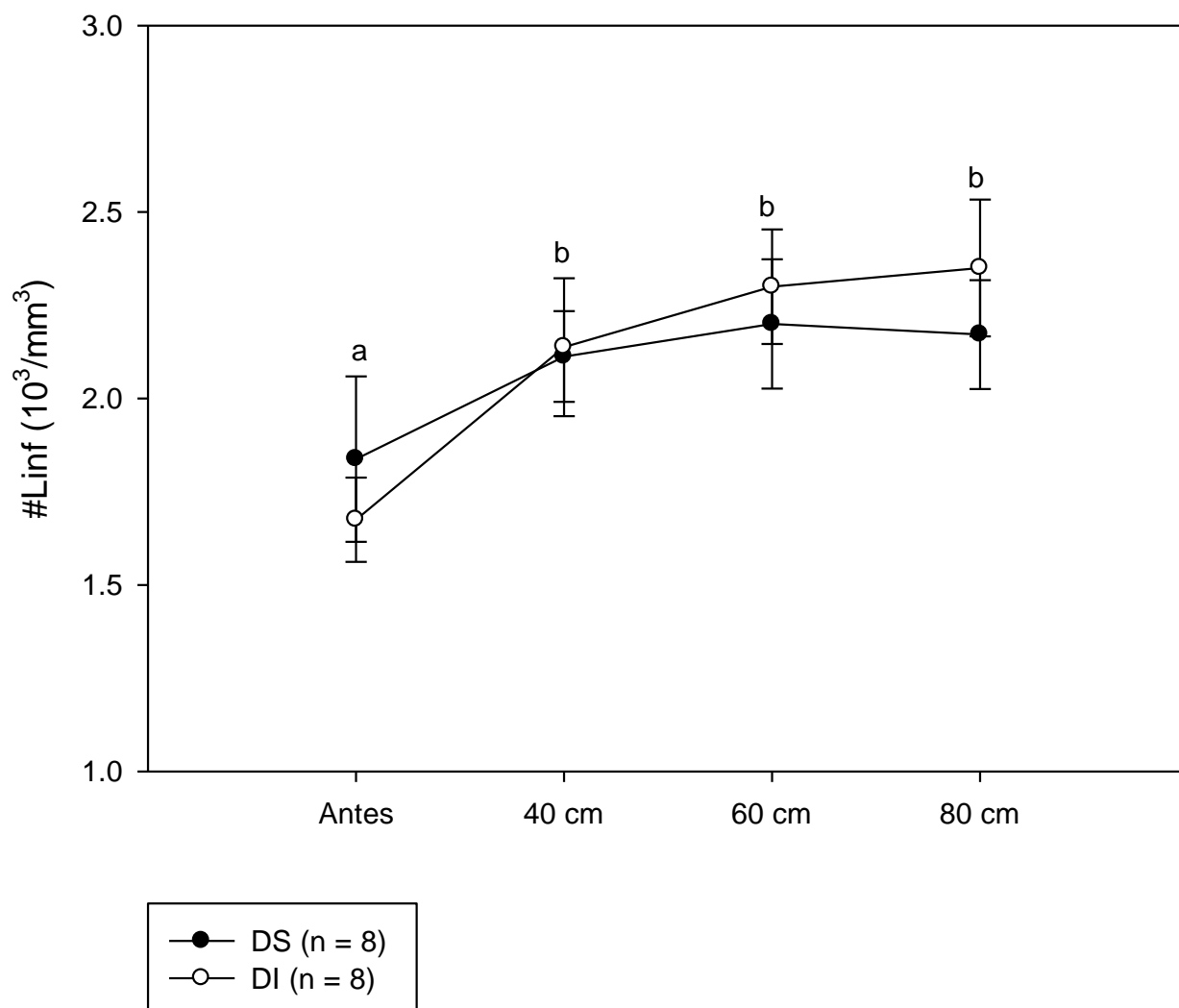


Figura 11. Número de linfócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

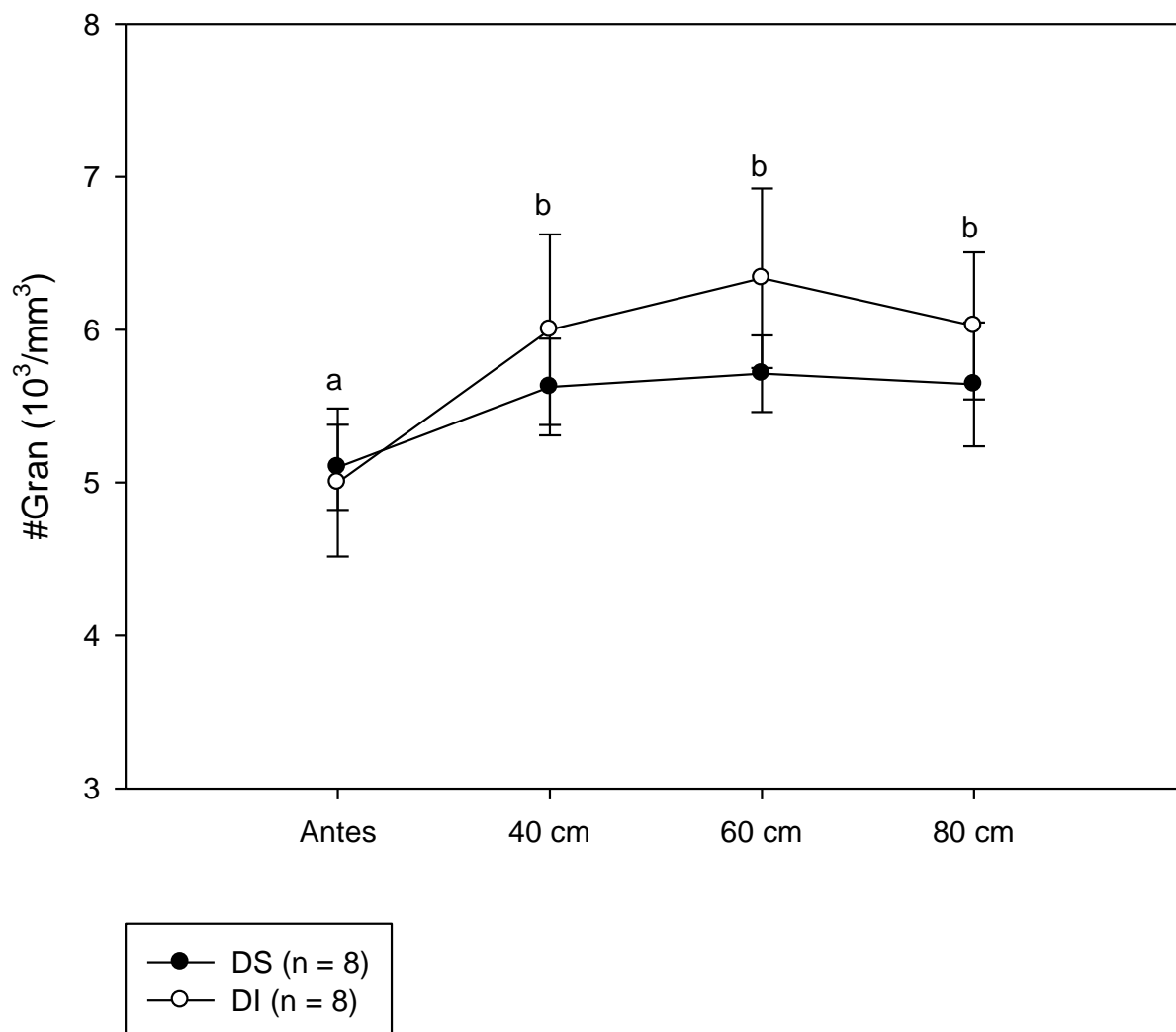


Figura 12. Número de granulócitos de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos a teste de saltos incrementais e distribuídos em grupo de desempenho superior (DS) e inferior (DI). Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

Os resultados estão de acordo com o relatado na literatura, que demonstram aumento imediato no número de leucócitos em geral e diminuição da porcentagem de granulócitos ou neutrófilos (ESCRIBANO et al., 2005).

Este aumento relatado na literatura é variável, depende da duração e intensidade do exercício e parece estar relacionado ao aumento da contagem plasmática de neutrófilos, monócitos e de subpopulações específicas de linfócitos, advindas de outras reservas corpóreas destas células, como o baço e os pulmões (HINES et al., 1996), mediada pela elevação dos níveis de catecolaminas e cortisol descritos para equinos em exercício (MALINOWSKI et al., 2006).

Apesar de haver alguns relatos de que equinos melhores condicionados poderiam possuir uma resposta leucocitária ao exercício diferente (HINES et al., 1996), isso não foi verificado no presente estudo. Este fato pode ser atribuído a intensidade do exercício realizado, que já foi associada a uma contração esplênica menos exacerbada, em contrapartida a exercícios máximos ou supramáximos em que esta contração seria mais acentuada (LEKEUX et al., 1991).

A contagem de plaquetas parece responder ao exercício de maneira semelhante a contagem de eritrócitos, havendo elevação ou manutenção numérica dependendo da intensidade e duração do exercício (KINGNSTON, 2008). Manutenção desta variável hematológica em valores basais foi relatada para exercícios moderados (JOHSTONE et al., 1991) e está de acordo com os resultados encontrados.

CONCLUSÕES

O teste de saltos incrementais demonstrou influência sobre as variáveis hematológicas estudadas, marcadamente havendo elevação nas contagens de hemácias, leucócitos e concentração de hemoglobina e hematócrito. Algumas variáveis como o volume corpuscular médio, por apresentarem diferenças entre os grupos de desempenho distintos podem possivelmente ser usadas como índices de aptidão para equinos da modalidade salto.

REFERÊNCIAS

AGUILERA-TERRERO, E.; ESTEPA, J. C.; LÓPEZ, I.; BAS, S.; MAYER-VALOR, R.; RODRIGUEZ, M. Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. **Research in Veterinary Medicine**, n. 68, p. 103-108, 2000.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal Supplement**, n. 9, p. 78-82, 1990.

BARREY, E.; VALETTE, J. P. Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. **Annales de Zootechnie**, v. 42, p. 89-98, 1993.

BAYLY, W.; KLINE, K. A. Hematología y bioquímica. In: BOFFI F. M. **Fisiología Del Ejercicio em Equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007. p.145 – 151.

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

CONCEIÇÃO, M.; LAPOSY, C. B.; MELCHERT, A. et al. Hemograma e bioquímica sérica de equinos da raça Quarto de Milha antes e após o exercício. **Veterinária Notícias**, v. 7, n.2, p. 87-92, 2001.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. **Regulamento de salto CBH 2012**. 68p.

DOMINGUES JÚNIOR, M.; TOLEDO, P.S.; MANGONE, M.; MICHIMA, L.E.S.; FERNANDES, W.R. Avaliação das alterações hematológicas em cavalos da raça PSI

submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **A Hora Veterinária**, v. 24, p. 41-44, 2004.

ERICKSON, H. H. Fisiologia do exercício. In: SWENSON, M.J. e REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

ESCRIBANO, B. M.; CASTEJÓN, F. M.; VIVO, R.; AGÜERA, S.; AGÜERA, E. I.; RUBIO, M. D. Nonspecific immune response of peripheral blood neutrophils in two horse breeds (Anglo-Arabian and Spanish-Arabian): response to exercise, **Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Disease**, v. 28, n. 2, p. 145-154, 2005.

FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, s. 38, p 191-195, 2010.

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA-NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n.6, p. 431-437, 2009.

HINES, M. T.; SCHOTT II, H. C.; BAYLY, W. M.; LEROUX, A. J. Exercise and immunity: a review with emphasis on the horse. **Journal of Veterinary Medicine**, v. 10, n. 5, p. 280-289, 1996.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. (Eds). **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. W.B. Saunders: Filadélfia, 1994.

JOHSTONE, I. B.; VIEL, L.; CRANE, S.; WHITING, T. Hemostatic studies in racing standardbred horses with exercise-induced pulmonary hemorrhage. Hemostatic parameters at rest and after moderate exercise. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 55, p. 101-106, 1991.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical response to exercise and training. In: **Equine Exercise Physiology**. HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. W.B. Saunders: Londres, 2008.

KORHONEN, P. A. S.; LILIUS E. M.; HYYPPÄ, S.; RÄSÄNEN L. A.; PÖSÖ, A. R. Production of reactive oxygen species in neutrophils after repeated bouts of exercise in Standardbred trotters. **Journal of Veterinary Medical Association**, v. 47, p. 565 – 573, 2000.

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; AMORY, H. Heart rate, hematological and serum biochemical responses to show jumping. **Equine Exercise Physiology**, v. 3, p. 385-390, 1991.

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

MALINOWSKI, K.; SHOCK, E. J.; ROCHELLE, P.; KEARNS, C. F.; GUIRNALDA, P. D.; MCKEEVER, K. H. Plasma beta-endorphin, cortisol and immune responses to acute exercise are altered by age and exercise training in horses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 36, p. 267-273, 2006.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine Exercise Physiology**, Oxford: Blackwell Publishing, 2006. 296p.

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

MUÑOZ, A.; HERNÁNDEZ, M. B.; LUCAS, R. G.; CARDETE, S. R.; AMBROJ, K. S. Estimacion del estado de forma fisica en caballos de deporte mediante indices de funcionalida. **Revista Científica**, v. 15, n. 3, p. 217 - 226, 2005.

MUÑOZ, A.; SANTISTEBAN, R.; RUBIO, M. D.; VIVO, R.; AGÜERA, E. I; ESCRIBANO; B. M.; CASTEJÓN, F. M. The use of functional indexes to evaluate fitness in andalusian horses. **Journal of Veterinary Medicine Science**, v. 59, n. 9, p. 747-750, 1997.

PERSSON, S. D. G. On blood volume and working capacity of horses: Studies of methodology and physiological and pathological variations, **Acta Physiologica Scandinavica Supplement**, v. 19, n. 9, p. 189, 1967.

PICCIONE, G.; FERRANTELLI, V.; FAZIO, F.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Blood-gas profile in the show jumper undergoing increasing workloads during a 2-day event. **Comparative Clinical Pathology**, v. 13, p. 43-50, 2004.

PICCIONE, G.; GIANNETTO, C.; FAZIO, F.; DI MAURO, S.; CAOLA, G. Hematological response to different workload in jumper horses. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**, v. 10, n. 4, p. 21-28, 2007.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; SPIERENBURG, A. J.; VAN DEN BROEK, E. T. W. The workload on riding-school horses during jumping, **Equine Exercise Physiology 7, Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 36, p. 93-97, 2006.

CAPÍTULO 4 – ATIVIDADE SÉRICA DAS ENZIMAS CREATINA QUINASE (CK) E ASPARTATO AMINOTRANSFERASE (AST) DE EQUINOS DE DOIS NÍVEIS DE DESEMPENHO SUBMETIDOS A TESTE DE SALTOS INCREMENTAIS

RESUMO

Testes que possam avaliar a aptidão física de atletas são propostos na literatura e utilizados no campo sendo que, para a modalidade de salto, para que se ganhe em especificidade, um teste que contemple o gesto desportivo do salto é recomendável. Neste contexto, muitas variáveis fisiológicas são empregadas para o entendimento da aptidão física de equinos e dentre elas pode-se destacar a atividade sérica de enzimas musculares de extravasamento como a creatina quinase (CK) e a aspartato aminotransferase (AST). Sendo assim o objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade sérica destas duas enzimas de equinos de salto submetidos a um teste de saltos incrementais. Foram utilizados dois grupos de oito animais cada com histórico de desempenho distintos, um superior (DS) e outro inferior (DI), sendo que todos foram submetidos ao teste de saltos incrementais (TSI). O TSI foi constituído de três estágios de alturas progressivas, com 40 saltos cada, nas alturas de 40, 60 e 80 cm. Amostras de sangue foram coletadas antes, logo após, 6h e 24h após o exercício. Não foi visto aumento da atividade de ambas as enzimas mensuradas que pudesse ser atribuída ao exercício, possivelmente pela baixa duração e/ou intensidade do mesmo. Conclui-se que o teste proposto não caracterizou estímulo suficiente para haver extravasamento das enzimas musculares CK e AST para o plasma e conseqüente detecção de aumento de sua atividade sérica.

Palavras-chave: teste de aptidão física, enzimas musculares, creatina quinase, aspartato aminotransferase, desempenho.

INTRODUÇÃO

O desempenho de um atleta é resultado de muitos fatores complexos e interdependentes de natureza física, técnica, tática e psicológica. O entendimento de como estes fatores comportam-se e se relacionam é mandatório para que o equino seja treinado efetivamente durante sua vida competitiva (WARWICK, 2004).

A aptidão física depende da adequação de funcionamento e coordenação de sistemas orgânicos-chaves, como o cardiovascular, respiratório, hematológico e muscular (COUROUCÉ, 1999). O diagnóstico ou avaliação desta aptidão deve permitir identificar o cavalo que foi mais bem treinado e é mais capaz de obter um desempenho favorável nos diversos esportes, assim como acessar a eficácia de programas de treinamento (LINDNER, 2010).

Neste contexto, faz-se necessário a utilização de testes de exercício padronizados, para que estas comparações entre animais ou momentos sejam possíveis e confiáveis. Nos testes de aptidão há possibilidade de serem mensuradas muitas variáveis fisiológicas, cuja relação com o nível de aptidão seja conhecida, sendo que o propósito destas mensurações pode ser a caracterização da função dos sistemas metabólicos envolvidos em suprir energia durante o exercício (COUROUCÉ, 1999) ou a extensão das alterações decorrentes da demanda metabólica específica daquele esforço.

Apesar dos testes realizados a campo serem de mais difícil padronização e de mensurações mais limitadas, estes reproduzem fatores inerentes as provas como meio ambiente e peso do cavaleiro. Outra possibilidade dos testes a campo é a reprodução específica do gesto desportivo, que no caso do salto clássico, possibilitaria a avaliação de grupamentos musculares diferentes daqueles avaliados em esteira rolante.

Essa avaliação específica para cada modalidade foi ressaltada por Platonov (2008) que descreve como primordial a escolha de indicadores a serem utilizados no controle desportivo com base no conjunto de particularidades específicas de cada modalidade.

A modalidade de salto, dentro do hipismo clássico, é uma das modalidades equestres mais populares no mundo e compõe a gama de esportes olímpicos há mais de cem anos. Apesar destas características, Barrey e Valette (1993) reconheceram que havia carência de estudos que investigassem mais a fundo as demandas metabólicas e o comportamento fisiológico dos atletas desta modalidade e desde então poucos estudos nesse sentido foram realizados.

Um dos sistemas orgânicos afetados pelo exercício é logicamente o muscular, o qual sofre microlesões decorrente da carga de esforço empregada. Estas lesões podem ser mensuradas pela quantificação laboratorial da atividade sérica de algumas enzimas musculares (OVERGAARD et al., 2004) como a creatina quinase (CK), a aspartato aminotransferase (AST) e a lactato desidrogenase (LDH) (DA CÁS et al., 2000).

A atividade das enzimas musculares está normalmente baixa no plasma, pois as mesmas encontram-se dentro do miócito, entretanto, após o exercício, este cenário altera-se. Esta atividade eleva-se significativamente de minutos a horas após o exercício devido ao extravasamento das mesmas para a corrente sanguínea, que por sua vez é decorrente do aumento da permeabilidade celular, necrose celular, aumento da síntese e clearance enzimático deficiente (HARRIS, 1998).

A enzima CK tem por função a fosforilação da creatina e participa ativamente do metabolismo energético de vários tecidos, incluindo o tecido muscular. Após o exercício, é rapidamente liberada na corrente sanguínea e possui sua atividade pico de 4 a 12 horas após o mesmo (KINGSTON, 2008). Já a enzima AST tem por função a desaminação do aspartato a oxalacetato e tem sua liberação após o exercício mais lenta, possuindo sua atividade pico ao redor de 24 horas após o estímulo de esforço (TEIXEIRA-NETO et al., 2008).

A atividade das enzimas CK e AST foi estudada por vários autores antes e após o exercício e podem ser utilizadas para detecção de enfermidades musculares (BOFFI et al., 2007), caracterização da intensidade do exercício (ART et al., 1990; TEIXEIRA-NETO et al., 2008; FERRAZ et al., 2010) e predição de possíveis complicações decorrentes do exercício (TRIGO et al., 2010).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a atividade sérica das enzimas CK e AST de equinos de salto antes e após a realização de teste de exercício padronizado com saltos incrementais.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e ginetes

Utilizaram-se dezesseis equinos da raça Brasileiro de Hipismo, machos e fêmeas, com idade de $11,6 \pm 3,1$ anos, peso de $490,2 \pm 53,7$ Kg, altura de $1,59 \pm 0,09$ praticantes da modalidade salto, pertencentes ao Exército Brasileiro (EB) e estabelecidos na Academia Militar das Agulhas Negras, Resende – RJ. O manejo nutricional diário foi constituído por volumoso à vontade e concentrado comercial 1% da massa corpórea. Os animais foram submetidos a um exame clínico completo, além de hematológico e bioquímico no sentido de determinar a higidez para a participação do experimento.

Quatro ginetes participaram dos testes, todos instrutores profissionais, possuidores do curso de pós graduação *latu sensu* Instrutor de Equitação, da Escola de Equitação do Exército, Rio de Janeiro – RJ. Os cavaleiros possuíam altura entre 1,75 e 1,83m, peso entre 75 e 83 Kg e foram distribuídos nos conjuntos de salto aleatoriamente.

Delineamento experimental

Os animais foram distribuídos em dois grupos, um de desempenho superior (DS) e outro inferior (DI), de acordo com o histórico de participação em provas nos últimos dois anos. Os animais com histórico de participação somente em provas na categoria Amador, nível Escola de Equitação, com obstáculos de altura máxima de 1,00 m, foram classificados como sendo do grupo de desempenho inferior (DI) e os com histórico de participação no último ano de provas de categoria Sênior, nível CSN e CSN 1*, com

obstáculos com alturas máximas de 1,10 e 1,20 m, foram classificados como sendo de desempenho superior (DS) (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO, 2012). Os dados médios de idade, peso e nível competitivo podem ser vistos na tabela 1, do capítulo 2.

Como estes animais foram submetidos à biópsia muscular do *gluteus medius* no dia anterior ao teste para outro experimento, formou-se um terceiro grupo, grupo controle (GC), com cinco animais adicionais que foram submetidos à biópsia e não realizaram o teste de exercício. Todos os procedimentos de biópsia foram realizados de acordo com o descrito por D'Angelis et al. (2007). Esta separação teve por objetivo isolar o efeito da manipulação e lesão muscular advinda da biópsia em comparação com a advinda do exercício.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizado (DBC) sendo os fatores de influência: os grupos (DS e SI) e os estágios dentro do teste de exercício.

Teste de saltos incrementais (TSI)

O TSI foi proposto como sendo um teste de exercício padronizado que contempla o gesto desportivo da modalidade e, portanto o emprego dos grupamentos musculares específicos do salto. Este teste teve por objetivo avaliar a aptidão física para o exercício de salto isoladamente, tanto quanto possível.

O TSI foi conduzido em picadeiro coberto de areia com dez obstáculos dispostos em duas fileiras, totalizando um percurso de 74 metros. Antes do teste, um aquecimento de 10 minutos nos andamentos passo e trote foi realizado. O teste foi composto de três estágios com as alturas crescentes de 40, 60 e 80 cm nos obstáculos, todos verticais simples. Cada estágio foi realizado em quatro voltas no percurso em velocidade constante de $300 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ e um intervalo de três minutos entre os mesmos.

A coleta de sangue, por meio de venopunção jugular, foi realizada antes, logo após e 6h e 24h após a realização do exercício. O sangue foi armazenado em tubos com pressão negativa sem anticoagulante, centrifugado e separado para posterior

mensuração colorimétrica das enzimas creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) por colorimetria¹⁰.

O TSI foi realizado em dois dias seguidos, no período da manhã, com temperatura do ar média de 23,5 °C e umidade relativa do ar (UR) média de 73,5 %.

Um diagrama de execução do experimento pode ser visto na figura 1.

Figura 1. Diagrama de execução do teste de saltos incrementais (TSI).

AVALIAÇÃO DE EQUINOS BRASILEIRO DE HIPISMO PRATICANTES DA MODALIDADE SALTO	
Exame clínico, hematológico, hemogasométrico e biópsias musculares	
Dia 1	Todos os animais (n = 21); oito animais grupo DS, oito animais grupo DI e cinco animais GC.
Teste de saltos incrementais	
Dia 2	Primeiro plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)
Dia 3	Segundo plantel (n = 8; quatro animais do grupo DS e quatro do DI)

DS = grupo de desempenho superior; DI = grupo de desempenho inferior, GC = grupo controle.

Análise estatística

Foi realizada análise de variância (ANAVA) para medidas repetidas e teste *post hoc* de Holm-Sidak para detecção de diferenças significativas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas em programas computacionais específicos¹¹.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atividade enzimática da CK aumentou no momento logo após o exercício, mostrou valores ainda maiores 6h após e diminuiu 24h após o exercício ($p < 0,001$) sem

¹⁰ Espectrofotômetro BTS 315 e kits para dosagem de CK e AST Biosystem, Espanha.

¹¹ Minitab 14, Minitab Inc., Pensilvânia, EUA e Sigmaplot 11, Systat Software, Inc., Califórnia, EUA.

diferença entre os grupos de desempenho DS e DI ($p = 0,381$). A atividade do grupo controle comportou-se de maneira análoga a dos animais que fizeram exercício ($p < 0,001$), não havendo diferença entre os animais que fizeram e que não fizeram o teste de exercício ($p = 0,642$). Estes resultados são mostrados na tabela 1 e na figura 2.

Para a atividade de AST não houve diferença nem entre os momentos ($p = 0,452$) nem entre os grupos ($p = 0,583$), porém houve diferença entre os animais que realizaram (DS e DI) e os que não realizaram o exercício (GC) em todos dos tempos ($p = 0,007$), como pode ser visto na tabela 1 e na figura 3.

Tabela 1. Atividade plasmática das enzimas creatina quinase (CK) e aspartato aminotransferase (AST) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular antes do exercício.

Atividade enzimática	Grupo	Após				
		Antes	Imediatamente	6h	24h	
CK	Exercício	DS (n = 8)	320.7a ± 71.7	477.0b ± 255.7	501.4c ± 156.4	390.7d ± 88.7
		DI (n = 8)	268.4a ± 97.8	379.3b ± 170.0	517.0c ± 109.4	412.4d ± 128.5
	Sem exercício	GC (n = 5)	199.8a ± 28.4	-	581.2c ± 156.9	380.2d ± 168.4
AST	Exercício	DS (n = 8)	388.7* ± 100.2	409.0 ± 59.5	324.8* ± 46.0	334.3* ± 20.6
		DI (n = 8)	412.8* ± 89.6	402.0 ± 138.7	362.2* ± 96.5	334.3* ± 30.7
	Sem exercício	GC (n = 5)	273.6 ± 57.6	-	297.6 ± 44.0	287.6 ± 48.8

Letras diferentes a frente das médias denotam diferenças entre o os momentos. Asterisco na frente das médias denota diferença em comparação ao grupo controle. DS = grupo de desempenho superior, DI = grupo de desempenho inferior, GC = grupo controle.

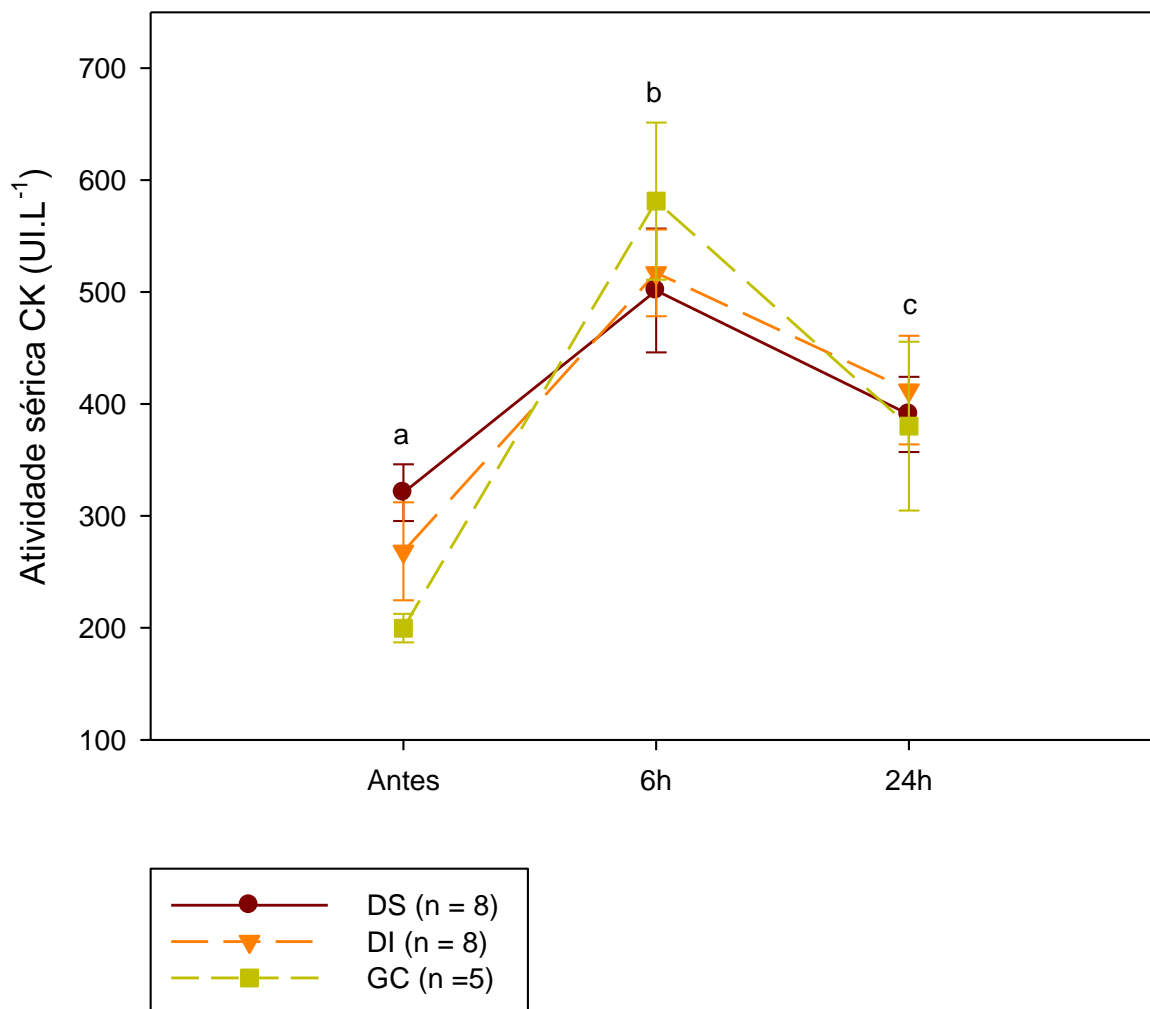


Figura 2. Atividade sérica da enzima creatina quinase (CK) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular. DS e DI = grupos de desempenho superior e inferior respectivamente, ambos submetidos a biópsia muscular e ao exercício; GC = grupo controle, submetido somente a biópsia muscular. Letras diferentes acima das barras denotam diferença estatística entre os tempos.

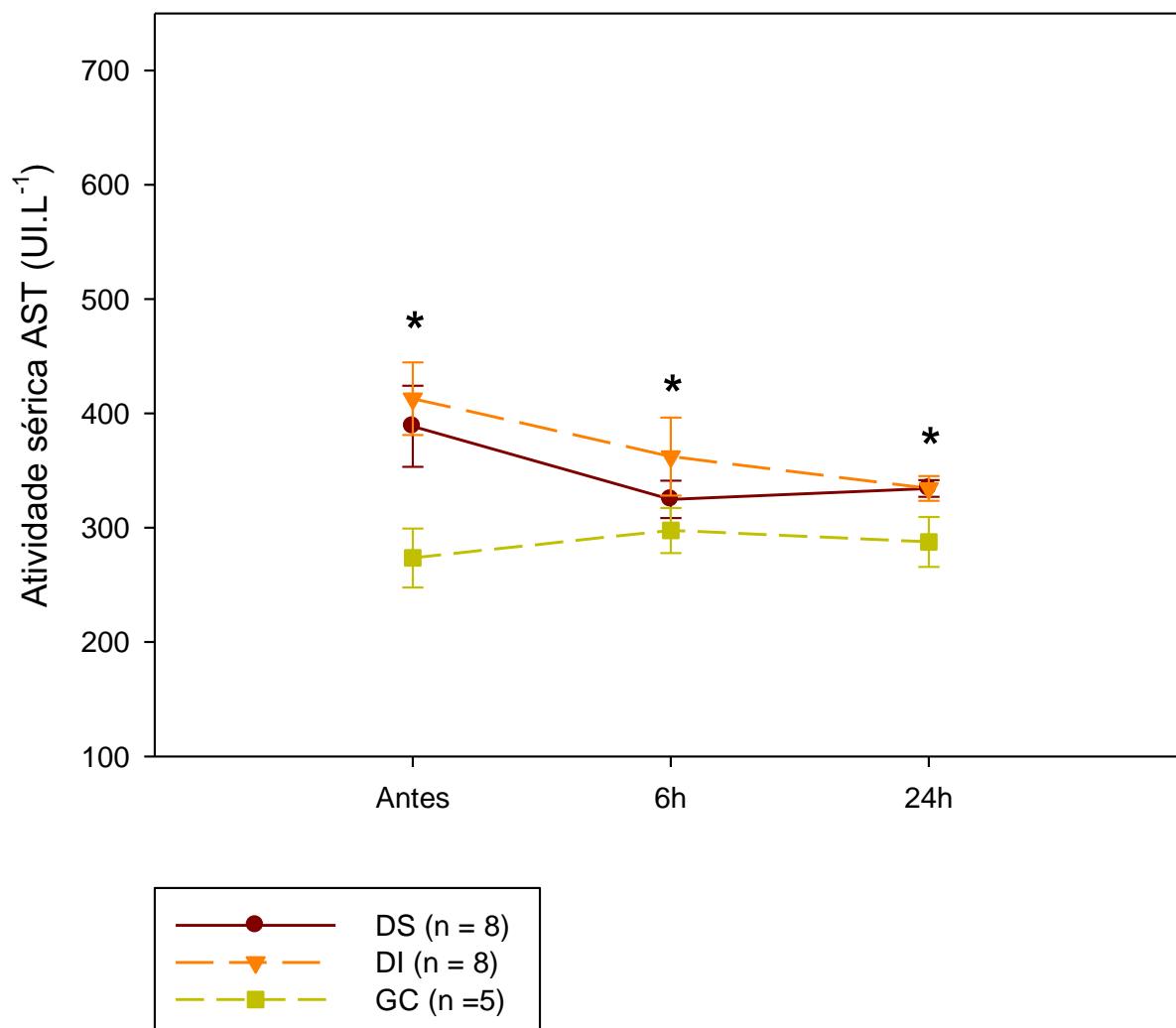


Figura 3. Atividade sérica da enzima aspartato aminotransferase (AST) de equinos de salto da raça Brasileiro de Hipismo submetidos ou não ao teste de saltos incrementais e a biópsia muscular. DS e DI = grupos de desempenho superior e inferior respectivamente, ambos submetidos a biópsia muscular e ao exercício; GC = grupo controle, submetido somente a biópsia muscular. Asterisco acima das barras denota diferença entre os grupos.

Extensa variação de valores basais das atividades séricas das enzimas CK e AST pode ser encontrada na literatura sendo que os valores do presente trabalho encontram-se pouco acima dos descritos por Rose e Hodgson (1994), que relataram atividade de 100-300 UI.l⁻¹ para CK e 150-400 UI.l⁻¹ para AST mas bem acima do relatado para animais BH de dois anos de idade por Benesi et al. (2009), que reportaram médias de 82,0 e 92,2 UI.l⁻¹ respectivamente para CK e AST.

A idade e o tipo de exercício diário influenciam os valores basais das atividades das enzimas CK e AST (CÂMARA; SILVA et al., 2007; BENESI et al., 2009; MUÑOZ et al., 2012) e poderiam explicar as diferenças encontradas no presente trabalho.

Os dois grupos de equinos que realizaram o exercício mostraram aumento de valores de CK semelhantes ao grupo controle, que não realizou o teste, mostrando que provavelmente o aumento na atividade sérica desta enzima foi decorrente da lesão muscular provocada pela biópsia e não do exercício. Esta lesão poderia ainda ser caracterizada como de pequena extensão, já que os valores da atividade de CK chegaram a 600 UI.l⁻¹, valores distantes dos relatados para lesões extensas decorrentes de miopatias, de 1500 a 10000 UI.l⁻¹ (BOFFI, 2007).

Art et al. (1990) e Lekeux et al. (1991) relataram aumento das atividades séricas de CK e AST após prova da modalidade salto. Dias et al (2009), trabalhando com equinos BH, também relataram aumento da atividade de CK e AST decorrente da prática da modalidade, o que não ocorreu no presente trabalho nos animais que realizaram o teste com saltos. Esta diferença poderia ser atribuída à altura de salto realizada pelos animais dos trabalhos citados, maiores que a do presente estudo, caracterizando provavelmente uma intensidade de esforço maior.

Vincze et al. (2000) relataram valores de 211-243 UI.l⁻¹ para a atividade de CK e de 275-317 UI.l⁻¹ para a de AST em equinos logo após realizarem prova de salto, valores abaixo dos encontrados no presente estudo. Os mesmo autores ressaltam que os valores da atividade destas enzimas possuem alta variabilidade individual, levando a certo grau de limitação para a comparação de valores entre trabalhos.

Kingston (2008) relatou que a natureza, a intensidade e a duração do exercício são fatores que influenciam o aumento das atividades séricas das enzimas CK e AST,

sendo que a enquanto vários estudos indicam aumento significativo destas atividades após exercício de alta intensidade, alguns autores relatam não haver alteração da mesma após exercícios leves ou até intensos (HARRIS et al., 1998). Os achados do presente trabalho corroboram estes relatos.

Após o aumento inicial encontrado, os valores da atividade de CK diminuíram, comportamento este semelhante ao relatado na literatura, que aponta pico de atividade desta enzima de 6 a 12 horas após o exercício ou a lesão muscular (TEIXEIRA-NETO et al., 2008).

A diferença entre os animais que realizaram o exercício (DS e DI) e o GC para a atividade sérica de AST pode provavelmente ser explicada por uma variação individual entre os animais dos grupos em questão, já que a diferença já existia antes do exercício e se manteve inalterada após o mesmo. Grande variação individual para esta variável foi reportada na literatura da modalidade (ART et al., 1990)

No contexto de associação entre treinamento/desempenho e atividade enzimática autores relataram aumento da citrato sintase (CS) e 3-hidroxiacil CoA desidrogenase (HAD) musculares após o treinamento (WIJNBERG et al., 2008; MCGOWAN et al., 2002) e relação da glicose 6-fosfato muscular com o desempenho para cavalos trotadores (RONEUS; ESSEN GUSTAVSSON, 1997). Entretanto, os mesmos autores relataram não haver correlação direta entre o desempenho e a atividade das enzimas HAD, CS, LDH e hexoquinase musculares.

Poucos autores estabeleceram uma relação entre a atividade sérica das enzimas CK e AST e o desempenho. Anderson (1975) relatou que a magnitude do aumento da atividade enzimática estaria relacionada com a aptidão do animal a determinada atividade enquanto Muñoz et al. (2002) relataram que o treinamento diminui o aumento da atividade enzimática decorrente do exercício. No presente trabalho não foi encontrada diferença entre a atividade sérica das enzimas CK e AST dos grupos de desempenho distintos provavelmente pela pouca intensidade de exercício que o TSI representou.

Fazio et al. (2011), em trabalho com Puro Sangue de Corrida e trotadores, relataram que o treinamento aumenta a atividade sérica basal das enzimas CK e AST e

atribuíram este aumento a mudanças na permeabilidade celular dos miócitos associadas a resposta do metabolismo anaeróbio ao estímulo do treinamento. Os resultados do presente estudo não corroboram aqueles achados para cavalos e salto, já que diferenças entre a atividade sérica da CK e AST antes do exercício não diferiu entre os grupos DS e DI. Isto poderia ser explicado em alguma extensão pela grande diferença dos protocolos de treinamento a que são submetidos os animais aqui comparados, praticantes das modalidades de turfe e corrida com trote no trabalho citado anteriormente, e no nosso trabalho salto.

CONCLUSÃO

Pelos resultados expostos pode-se concluir que o teste de saltos incrementais realizado pelos animais não caracterizou estímulo suficiente para o extravasamento celular das enzimas CK e AST e o conseqüente aumento de sua atividade sérica. Por esta informação conclui-se ser o teste seguro por não causar grandes lesões celulares na musculatura envolvida.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M.G. The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse. **Equine Veterinary Journal**, v.7, n.3, p.160-165, 1975.

ART, T.; AMORY, H.; DESMECHT, D.; LEKEUX, P. Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. **Equine Veterinary Journal Supplement**, n. 9, p. 78-82, 1990.

BARREY, E.; VALETTE, J. P. Exercise-related parameters of horses competing in show jumping events ranging from a regional to an international level. **Annales de Zootechnie**, v. 42, p. 89-98, 1993.

BENESI, F. J.; HOWARD, D. L.; LEAL, M. L. R.; GACEK, F.; SOUZA, J. A. T.; FERNANDES, W. R. Perfil bioquímico de algumas enzimas no plasma sangüíneo de potras da raça Brasileiro de Hipismo (BH) criadas em Colina, Estado de São Paulo, **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 4, p. 288-295, 2009.

BOFFI, F. M. Patologias que afectan el rendimiento desportivo. Transtornos musculares. In: _____. **Fisiologia Del Ejercicio em Equinos**. 1a ed., Buenos Aires: Inter-Médica Editorial, 2007. p.145 – 151.

CÂMARA E SILVA, I. A.; DIAS R. V. C.; SOTO-BLANCO, B. Determinação das atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p. 250-252, 2007.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO. **Regulamento de salto CBH 2012**. 68p.

COUROUCÉ A. Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters. **Veterinary Journal**, v. 157, n. 2, p. 112-122, 1999.

DA CÁS, E. L.; ROSAURO, A. C.; SILVA, C. A. M.; BRAS, K. E. Concentração sérica das enzimas creatinoquinase, aspartato aminotransferase e hidrogenase láctica em equinos da raça crioula. **Ciência Rural**, v. 30, p. 625-629, 2000.

D'ANGELIS, F. H.; FERRAZ, G. C.; BOLELI, I. C.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Aerobic training, but not creatine supplementation, alters the gluteus medius muscle. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 3, p. 579-585, 2007.

DIAS, D. C. R.; ROCHA, J. S.; GUSMÃO, A. L.; EL-BACHÁ, R. S.; AYRES, M. C. C. Efeito da suplementação com vitamina e selênio sobre o quadro hematológico, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 790-801, 2009.

FAZIO, F.; ASSENZA, A.; TOSTO, F.; CASELLA, S.; PICCIONE, G.; CAOLA, G. Training and haematochemical profile in Thoroughbreds and Standardbreds: A longitudinal study, **Livestock Science**, v. 141, p. 221–226, 2011.

FERRAZ, G. C.; SOARES, O. A. B.; FOZ, N. S. B.; PEREIRA, M. C.; QUEIROZ-NETO, A. The workload and plasma ion concentration in a training match session of high-goal (elite) polo ponies. **Equine Veterinary Journal**, v. 42, s. 38, p 191-195, 2010.

HARRIS, P. A.; MARLIN, D. J.; GRAY, J. Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training, **The Veterinary Journal**, v. 155, p. 295-304, 1998.

HARRIS, P. A. Muskuloskeletal disease. In: REED, S. M.; BAYLY W. M. (eds). **Equine internal medicine**, W.B. Saunders: Filadélfia, 1998. p. 375-397.

HARRIS, P.; SNOW, D. H. The effects of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes. **Equine Veterinary Journal**, v. 20, n. 2, p. 109-113, 1988.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical response to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R.J. W.B. **Equine Exercise Physiology**. Saunders: Londres, 2008.

LEKEUX, P.; ART, T.; LINDEN, A.; DESMECHT, D.; AMORY, H. Heart rate, hematological and serum biochemical responses to show jumping. **Equine Exercise Physiology 3**, p. 385-390, 1991.

LINDNER, A. E. Maximal lactate steady state during exercise in blood of horses. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2038-2044, 2010.

McGOWAN, C. M.; GOLLAND, L. C.; EVANS, D. L.; HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. Effects of prolonged training, overtraining and detraining on skeletal muscle metabolites and enzymes. **Equine Exercise Physiology 6, Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 257-263, 2002.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R. G.; CASTEJÓN, F. M. Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Equine Exercise Physiology 6, Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 34, p. 245–251, 2002.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; TRIGO, P.; CASTEJÓN, F. Age- and gender-related variations in hematology, clinical biochemistry, and hormones in Spanish fillies and colts, **Research in Veterinary Science**, 2012 (in press), doi:10.1016/j.rvsc.2011.11.009.

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 and Science in Sports and Exercise**, v. 36, p. 821-829, 2004.

PLATONOV, V. N. **Tratado geral do treinamento desportivo**. São Paulo: Phorte editora. 2008. 887p.

RONÉUS, N.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B. Skeletal muscle characteristics and metabolic response to exercise in young standardbreds, **American Journal of Veterinary Research**, v. 58, n. 2, p. 167-170, 1997.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Hematology and biochemistry. In: HODGSON, D. R.; ROSE, R. J. (eds). **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. W.B. Saunders: Filadélfia, 1994.

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MOSCARDINI, A. R. C.; BALSAMÃO, G. M.; SOUZA, J. C. F.; QUEIROZ-NETO, A. Alterations in muscular enzymes of horses competing long-distance endurance rides under tropical climate. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.3, p.543-549, 2008.

TRIGO, P.; CASTEJON, F.; RIBER, C.; MUÑOZ, A. Use of biochemical parameters to predict metabolic elimination in endurance rides. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 38, p. 142-146, 2010.

VINCZE, A.; SZABÓ, C.; HEVESI, Á.; VERES, S.; ÜTÓ, D.; BABINSZKY, L. Effect of age and event on post exercise values of blood biochemical parameters in show jumping horses, **Acta Agraria Kaposváriensis**, v. 14, n. 2, p. 185-191, 2010.

WARWICK, B. Foreword. In: HINCHCLIFF, W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. **Equine Sports Medicine and Surgery: Basic and Clinical Sciences of Equine Athlete**, Saunders Press, 2004

WIJNBERG, I. D.; VAN DAM, K. G.; GRAAF-ROELFSEMA, E.; KEIZER, H. A.; VAN GINNEKEN, M. M.; BARNEVELD, A.; BREDA, E.; VAN DER KOLK, J. H. (Over)training effects on quantitative electromyography and muscle enzyme activities in standardbred horses. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 6, p. 1746-1753, 2008.