

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

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS LACTACIDÊMICOS E
GLICÊMICOS DE DETERMINAÇÃO DO LIMAR ANAERÓBIO EM
EQÜINOS

Otavio Augusto Brioschi Soares
Médico Veterinário

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2008

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

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS LACTACIDÊMICOS E
GLICÊMICOS DE DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO EM
EQÜINOS

Otavio Augusto Brioschi Soares

Orientador: Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Maio de 2008

S676c Soares, Otavio Augusto Brioschi
Comparação de diferentes métodos lactacidêmicos e glicêmicos
de determinação do limiar anaeróbio em eqüinos / Otavio Augusto
Brioschi Soares. -- Jaboticabal, 2008
xv, 65 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008
Orientador: Antonio de Queiroz Neto
Banca examinadora: José Corrêa de Lacerda Neto, Benedito
Sérgio Denadai
Bibliografia

1. Eqüinos. 2. Limiar anaeróbio. 3. Testes de desempenho. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 619:612.2:636.1

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

OTAVIO AUGUSTO BRIOSCHI SOARES – Nascido no interior paulista, na cidade de Ribeirão Preto, em 28 de julho de 1982, é portador do RG 062400034-5 MD/EB. Médico Veterinário graduado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, com início em março de 2000 e término em janeiro de 2005. No período de 2002 a 2003 realizou iniciação científica, orientado pelo Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto. No segundo semestre de 2004 realizou estágio de graduação na “School of Veterinary” da “Louisiana State University”, Baton Rouge, Louisiana, EUA. Em março de 2006 ingressou no programa de Pós – Graduação em Medicina Veterinária da FCAV/UNESP, área de concentração Clínica Médica Veterinária, nível Mestrado. Também em março de 2006 iniciou o Curso de Formação de Oficiais para Médicos Veterinários na Escola de Administração do Exército, vindo a ser incluído nas fileiras do Exército Brasileiro como Médico Veterinário Militar em novembro do mesmo ano. Atualmente é docente na Faculdade de Medicina Veterinária de Valença, Rio de Janeiro, responsável pela disciplina Zootecnia Geral e membro do Hospital Veterinário da Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, Rio de Janeiro.

“Eu que amo meus amigos
livre, quero poder dizer:
Eu tenho esses peixes e dou de coração
eu tenho essas matas e dou de coração”
Fernando Brant

Fazer da interrupção um caminho novo. Fazer da queda um passo de dança, do medo
uma escada, do sono uma ponte, da procura um encontro

Fernando Sabino

A minha adorada mãe, responsável por quase tudo que sou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por tudo.

A toda a minha família, Fernanda, Lia e Pai, Avós Santa e Angelico, Jaime e Cida, Tios Beto e Aracy e filhos: Vi, Lisa, Lu, Nino e Bisna, minha preferida, Tios Luis e Sonia e filhos (e netos): Paula (e João Felipe), Cristina (e Francisco), Chico e Lu, Tios Roberto e Vera e filhos: Léo e Zu, minha outra preferida, Tios Ayrton e Vera e filhos: Thais e Fred; Cleide e família; por todos os momentos;

A FCAV por me mostrar caminhos;

Ao Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto, ao Prof. Dr. José Correa de Lacerda Neto e respectivas equipes, Bel, Fabiana, Eduardo, Flora, Guilherme, Raphael, Anelize, Rebeca, Bunda, Muraka, Marco, Andrey, Carla, Roseli, Felipe, Samira, Raquel, Débora, Lina, Roseli, Deco, Diogo, Wando, Bruna, Topera, por terem concebido, apoiado e realizado todas as idéias expostas neste trabalho;

Aos meus amigos da graduação que persistem, Grico e Gordo, Tchola e Longa, Kstanha e Gema, Gozado e Quaida, pela força contínua; aos novos e velhos da República Mata Bixera, Bamby, Batata, Deny, Fui Eu, Cadu, Cervo, Mininão, Bernento, Gozo, Lirou, Pistol, Teta, Pedala e outros, pelas tradições mantidas que eu tanto adoro;

A todos os amigos que juntamente com Tiziu, Trocinho, Vinte e Picolino fazem de Jaboticabal, uma cidade *sui generis*;

Aos meus amigos do Hospital Veterinário da AMAN, praças e oficiais, personificados nas figuras do Major Henrique, Major Henriques, Tenente Cembranelli, Sargento Célio Fernandes, Cabo Ricardo e Cabo Roberto pelo apoio sem o qual, não seria possível a dedicação a este trabalho, e a outros companheiros de farda, Tenentes Marinato e Izabela Mendes, pelas boas conversas;

E, finalmente, a minha querida namorada Taina, minha dança, minha escada, minha ponte, minha procura e meu encontro.

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	1
1. Testes de desempenho	1
2. Geração de energia muscular no exercício	2
3. Limiar anaeróbio (LA)	3
4. Métodos de determinação do LA	6
II. METODOLOGIA	11
1. Animais e manejo	11
2. Delineamento experimental	11
3. Métodos de determinação do LA	13
3.1. Teste de intensidade progressiva (V_2 , V_4 , LAI e LAI _{0,5})	13
3.2. Teste do Lactato Mínimo (Lacmin)	14
3.3. Teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)	14
3.4. Limiares glicêmicos	15
4. Análise estatística	15
III. RESULTADOS	18
1. Lactacidemia	18
2. Glicemia	36
IV. DISCUSSÃO	43
1. Teste de intensidade progressiva (V_2 , V_4 , LAI e LAI _{0,5})	43
2. Teste do Lactato Mínimo (Lacmin)	45
3. Teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)	46
4. Comparação entre os testes	47
5. Limiares glicêmicos	49
V. CONCLUSÕES	51
VI. REFERÊNCIAS	52

LISTA DE ABREVIATURAS

ATP – Adenosina trifosfato

GLIC_{Glicmin} - Glicemia associada ao Glicmin

GLIC_{LGI} – Glicemia associada ao Limiar glicêmico individual

Glicmin – Limiar glicêmico associado ao Lacmin

LA – Limiar anaeróbio

LAC_{Lacmin} – Lactacidemia associada ao Teste do lactato mínimo

LAC_{LAI} – Lactacidemia associada ao Limiar anaeróbio individual

LAC_{LAI0,5} - Lactacidemia associada ao LAI_{0,5}

Lacmin – Teste do lactato mínimo

LAC_{MFEL} – Lactacidemia associada ao Teste da máxima estável do lactato

LAI – Limiar anaeróbio individual

LAI_{0,5} – Limiar anaeróbio individual proposto por BALDARI & GUIDETTI (2000)

LGI – Limiar glicêmico individual

MFEL – Máxima fase estável do lactato

NADH₂ – Nicotinamida adenina dinucleotídeo em sua forma reduzida

VO_{2máx} – Consumo máximo de oxigênio

V₂ – Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 mmol/l

V₄ – Velocidade em que a lactacidemia é 4,0 mmol/l

V_{Glicmin} – Velocidade associada ao Glicmin

V_{Lacmin} – Velocidade associada ao Teste do lactato mínimo

V_{LAI} – Velocidade associada ao Limiar anaeróbio individual

V_{LAI0,5} – Velocidade associada ao LAI_{0,5}

V_{LGI} – Velocidade associada ao Limiar glicêmico individual

V_{MFEL} – Velocidade associada ao Teste da máxima estável do lactato

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Duração e velocidade de cada estágio do teste de intensidade progressiva, realizado para aferimento do Limiar Anaeróbio pelos métodos da Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2), 4,0 mmol/L (V_4) e dos Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5})..... 17
- Figura 2.** Figura representativa de duas seções do teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL), uma realizada na velocidade associada à MFEL (VMFEL) e outra em uma velocidade maior 20
- Figura 3.** Figura representativa do cálculo das Velocidades em que a lactacidemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4) 23
- Figura 4.** Gráfico das médias e desvios-padrão das concentrações de lactato plasmático observadas em eqüinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos a esforço de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho..... 24
- Figura 5.** Figura representativa do cálculo do Limiar Anaeróbio Individual (LAI) 25
- Figura 6.** Figura representativa do Teste do Lactato Mínimo (Lacmin)..... 27
- Figura 7.** Gráfico das médias e desvios-padrão das concentrações de lactato plasmático observadas em eqüinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao protocolo do Teste do Lactato Mínimo em esteira rolante de alto desempenho 28
- Figura 8.** Gráfico das lactacidemias associadas ao vários testes de aferição do Limiar Anaeróbio em eqüinos: Limiares anaeróbios individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do lactato mínimo (Lacmin) e Máxima fase estável do lactato (MFEL) 32

- Figura 9.** Gráfico das velocidades associadas ao vários testes de aferição do Limiar Anaeróbio em eqüinos: Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4), Limiares anaeróbios individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do lactato mínimo (Lacmin) e Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)..... 33
- Figura 10.** Gráfico da correlação de Spearman entre as V_{MFEL} e V_{Lacmin} 34
- Figura 11.** Diagrama de concordância de BLANT & ALTMAN comparando velocidades preditas pelos métodos da Máxima fase estável do lactato (MFEL) e Teste do lactato mínimo (Lacmin)..... 35
- Figura 12.** Gráfico das médias e desvios-padrão das glicemias de eqüinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos a esforço de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho 37
- Figura 13.** Gráfico das médias e desvios-padrão das glicemias de eqüinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) em esteira rolante de alto desempenho 38
- Figura 14.** Gráfico das glicemias associadas ao Limiar Glicêmico Individual (LGI) e ao Glicmin 40
- Figura 15.** Gráfico das velocidades associadas ao Limiar Glicêmico Individual (LGI), ao Glicmin e a Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)..... 42

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Lactacidemias (mmol/l) obtidas em vários testes de velocidades constantes para mensuração da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL), em eqüinos da raça Puro Sangue Árabe. Em evidencia as velocidades (V_{MFEL}), sua média e desvio-padrão.... 21
- Tabela 2.** Lactacidemias (LAC_{LAI} e $LAC_{LAI0,5}$) e velocidades (V_{LAI} e $V_{LAI0,5}$) associadas aos Limiares Anaeróbios Individuais, suas médias e desvios-padrão..... 26
- Tabela 3.** Lactacidemias (LAC_{Lacmin}) e velocidades (V_{Lacmin}) associadas ao Teste do lactato mínimo (Lacmin), suas médias e desvios-padrão..... 29
- Tabela 4.** Velocidades V_2 ; V_4 ; V_{LAI} ; $V_{LAI0,5}$, V_{Lacmin} e V_{MFEL} , associadas respectivamente aos limiares V_2 ; V_4 ; LAI; LAI_{0,5}; Lacmin e MFEL, suas médias e desvios-padrão..... 30
- Tabela 5.** Médias e desvios-padrão das lactacidemias e velocidades associadas aos cinco diferentes protocolos de mensuração do Limiar Anaeróbio: Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4), Limiares anaeróbio individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do lactato mínimo (Lacmin) e Máxima fase estável do lactato (MFEL).....31
- Tabela 6.** Comparação entre as glicemias (mg/dl) obtidas no Limiar Glicêmico Individual ($GLIC_{LGI}$) e no Glicmin ($GLIC_{Glicmin}$)..... 39
- Tabela 7.** Comparação entre as velocidades (m/s) associadas aos limiares glicêmicos, Limiar glicêmico individual (V_{LGI}) e Glicmin ($V_{Glicmin}$), e a Máxima fase estável do lactato (V_{MFEL})..... 41

COMPARAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS LACTACIDÊMICOS E GLICÊMICOS DE DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO EM EQUINOS

RESUMO

O esporte eqüestre vem exigindo um grau crescente de profissionalismo no mundo todo. Testes de desempenho, como a aferição do Limiar anaeróbio (LA), inserem-se neste contexto. Este trabalho comparou sete protocolos de mensuração do LA, cinco lactacidêmicos (V_2 , V_4 , LAI, LAI_{0,5}, Lacmin) e dois glicêmicos (LGI e Glicmin). Todos foram comparados a Máxima fase estável do lactato (MFEL), protocolo padrão de aferição do LA. Catorze eqüinos Puro Sangue Árabe foram utilizados, entre machos e fêmeas. As médias e desvios-padrão das velocidades associadas aos testes foram: $V_2 = 9,49 \pm 0,83$ m/s, $V_4 = 10,83 \pm 0,71$ m/s, $V_{LAI} = 9,62 \pm 0,91$ m/s, $V_{LAI0,5} = 10,21 \pm 0,80$ m/s, $V_{Lacmin} = 7,49 \pm 0,55$ m/s, $V_{LGI} = 7,69 \pm 1,68$ m/s, $V_{Glicmin} = 8,31 \pm 1,64$ m/s e $V_{MFEL} = 6,06 \pm 0,51$ m/s. Somente a V_{Lacmin} não diferiu da V_{MFEL} , além de obter correlação significativa com a mesma de $\rho = 0,76$ (Correlação de Spearman). A Tendência e os Limites de Concordância entre a V_{Lacmin} e a V_{MFEL} foram de 1,43; 0,79 e 2,05. Além de prever velocidades diferentes da V_{MFEL} , os limiares LAI, LGI e Glicmin apresentaram dificuldades operacionais. As diferenças entre as velocidades preditas pelos protocolos V_2 , V_4 , LAI e LAI_{0,5}, LGI e Glicmin a V_{MFEL} podem ser parcialmente explicadas por variações de composição de protocolo e dificuldades operacionais. Apesar de não diferirem estatisticamente, as V_{Lacmin} e as V_{MFEL} apresentaram baixa concordância, o que provavelmente pode ser melhorado com ajustes finos no protocolo do Lacmin.

Palavras-chave: eqüinos, limiar anaeróbio, testes de desempenho, limiar de lactato, máxima fase estável do lactato, teste do lactato mínimo.

COMPARISON BETWEEN LACTACIDEMIC AND GLICEMIC METHODS FOR ANAEROBIC THRESHOLD ASSESSMENT

SUMMARY

Equestrian sports are demanding a growing degree of professionalism all over the world. Performance tests, as Anaerobic threshold (AT) assessment, are inserted in that context. The present study compared seven protocols for anaerobic threshold assessment: five of them using the lactacidemia (V_2 , V_4 , IAT, $IAT_{0.5}$ and Lacmin) and two glicemia (IGT and Glicmin). All of them were compared to the Maximal Lactate Steady State (MLSS), the gold standard for AT assessment. Fourteen Arabian horses, males and females were submitted to the protocols. Velocity means and standard deviation associated to each protocol were: $V_2 = 9.49 \pm 0.83$; $V_4 = 10.83 \pm 0.71$; $V_{IAT} = 9.62 \pm 0.91$; $V_{IAT_{0.5}} = 10.21 \pm 0.80$; $V_{Lacmin} = 7.49 \pm 0.55$; $V_{IGT} = 7.69 \pm 1.68$; $V_{Glicmin} = 8.31 \pm 1.64$ e $V_{MLSS} = 6.06 \pm 0.51$. Only V_{Lacmin} did not differ from V_{MLSS} , moreover, they correlate significantly with $\rho = 0.76$ (Spearman correlation). Bias and Limits of Agreement of the two methods were 1.43; 0.79 and 2.05. Besides they predicted different velocities when compared to V_{MLSS} , IAT, IGT and Glicmin showed operational difficulties. The differences between the velocities associated with the several protocols and the V_{MLSS} could be partially attributed to protocol components variations and some operational difficulties. Regardless the statistical equality, V_{Lacmin} and V_{MLSS} revealed poor agreement, what could probably be improved with adjustments in the Lacmin protocol.

Keywords: equines, anaerobic threshold, performance tests, lactate threshold, maximal lactate steady state, lactate minimum test.

I. INTRODUÇÃO

1. Testes de desempenho

A prática de esportes eqüestres vem se difundindo em nosso meio, demandando assim, maiores recursos e esforços de diferentes partes do chamado Complexo Agronegócio do Cavalo. Eqüinos são tratados como atletas, portanto, devem seguir esquemas profissionais de dieta e treinamento. Um dos elementos desse profissionalismo consiste na execução de testes para a avaliação do desempenho do atleta.

As exigências básicas para a realização destes testes com atletas, humanos ou eqüinos, são a padronização e a repetibilidade. Para melhor comprimento destes quesitos, faz-se necessária a utilização de uma esteira rolante sob condições laboratoriais (SLOET & CLAYTON, 1999). Na medicina humana, esteiras rolantes motorizadas vêm sendo utilizadas há muitos anos para o estudo da fisiologia do exercício e biomecânica, com o propósito de aprofundar o conhecimento de características específicas da locomoção, do treinamento e da reabilitação para o exercício (BARREY et al., 1993). Este tipo de equipamento, pelo exposto anteriormente, revolucionou o estudo do cavalo em exercício (BOFFI, 2007).

Como citado por PERSSON (1983), no primeiro trabalho publicado sobre cavalos em esteira rolante, PERSSON (1967) estudou a resposta cardiovascular de eqüinos frente à prática de esforço físico.

Atualmente, o emprego de esteiras rolantes de alto desempenho ou de alta velocidade se torna fundamental para estudos de fisiologia do exercício, pois, desta forma, tem-se o controle das condições ambientais e da intensidade de exercício. Suprimem-se assim, variáveis como temperatura ambiente, estado do solo e no caso de eqüinos um importante fator que contribui para a variação dos dados: o cavaleiro.

Apesar de muito difundidos no meio do desporto humano, os testes de desempenho com embasamento científico são, no desporto eqüino, ainda pouco

conhecidos fora do meio acadêmico (BAS, 2000), embora sejam comprovadamente realizáveis (LINDNER, 2000).

2. Geração de energia muscular no exercício

Como ressalta MUÑOZ et al. (1999), o sucesso do equino atleta está intimamente ligado à relação entre a capacidade das vias 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.

Todos os indivíduos em exercícios utilizam em um primeiro momento a energia armazenada nos estoques intramusculares de ATP e creatina fosfato, fase esta chamada de fase alática da produção anaeróbia de energia. Após esta fase inicial, a energia requerida pelo exercício pode ser provida pela via glicolítica e pela via aeróbia, sendo que esta última utiliza primeiramente glicogênio e em seguida lipídeos como substratos (SPURWAY, 1992).

Qual via predominará em determinado momento depende da intensidade e duração do exercício. MUÑOZ et al. (1998) ressaltam que a via glicolítica é um mecanismo reconhecidamente importante para geração de energia muscular durante o exercício em equinos, principalmente em esforços de alta intensidade e curta duração. Adicionalmente, EATON (1994) relata que a medida que a intensidade do exercício aumenta, uma maior quantidade de lactato é produzida, pois a proporção de energia suprida pela via glicolítica é maior.

Há alguns anos pensava-se que o aumento da intensidade do exercício levaria a um ponto em que quantidades insuficientes de oxigênio estariam disponíveis para a fosforilação oxidativa e moléculas de NADH_2 seriam reoxidadas por meio da transformação do piruvato em lactato, gerando 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 sangüíneo (MYERS & ASHLEY, 1997).

Apesar de alguns pesquisadores ainda defenderem o modelo previamente explanado (WASSERMAN et al, 1999), trabalhos recentes apontam não somente a falta de oxigênio, mas o aumento do fluxo da glicose e o recrutamento de fibras musculares tipo IIx, que produzem energia pela via anaeróbia como mecanismos responsáveis pelo acúmulo de lactato (ANTONUTTO & DI PRANPERO, 1995; BILLAT, 1996). Entende-se por estes trabalhos mais recentes 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 abaixo da $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ reforça esta hipótese (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003).

O lactato produzido então pela via glicolítica tem dois destinos no organismo. Acumula-se no próprio músculo ou é removido pelos cotransportadores H^+ -monocarboxilato para o sangue (POOLE & HALESTRAP, 1993). Transportado para o sangue, este lactato é carregado para tecidos aeróbios como o fígado, coração, hemácias e outras fibras musculares, onde é metabolizado aerobiamente ou ressintetizado a novas unidades de carboidratos (SPURWAY, 1992). BOFFI (2007) relata que em exercícios moderados, o lactato produzido por fibras tipo II (anaeróbias), é consumido por fibras do tipo I (aeróbias), coração ou metabolizado no fígado de eqüinos.

Como ressaltam PHILIP et al. (2005), há vários trabalhos que sugerem uma associação entre o acúmulo de lactato nas fibras musculares e a indução da fadiga. Entretanto, os mesmos autores relatam que, recentemente, acredita-se que o lactato possui mínimo envolvimento como causador da fadiga muscular e na verdade, poderia contribuir para o retardamento da mesma.

3. Limiar anaeróbio (LA)

Como citado por MYERS & 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 na corrente sangüínea, foi proposto por Hill e sua

equipe nos anos 20 do século passado e popularizado por WASSERMAN & MCLLROY (1964), WASSERMAN & WHIPP (1975) e WASSERMAN et al. (1990).

Este limiar, popularmente chamado de Limiar Anaeróbio (LA), é um parâmetro que vem sendo utilizado para a determinação da intensidade do exercício em programas de treinamento de atletas da espécie humana (OLIVEIRA et al., 1994), pesquisas na área de fisiologia do exercício (MCLELLAN & JACOBS, 1989; SIMÕES et al. 1998) e, mais recentemente, mostra-se uma importante ferramenta para o treinamento de cavalos atletas (EVANS et al., 1993; TRILK et al., 2002; FERRAZ et al., 2006).

De acordo com MYERS & ASHLEY (1997), poucas áreas da ciência do exercício geraram tantos relatos científicos, editoriais e debates quanto o estudo do LA e, apesar de alguns relatos chegarem a questionar sua existência, o LA ainda é um parâmetro largamente utilizado no mundo todo.

O LA é atualmente definido como a intensidade do exercício, envolvendo uma grande massa muscular, em que a mensuração do consumo de oxigênio não condiz com todo o requerimento de energia (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003).

O LA pode ser determinado utilizando-se variáveis ventilatórias (RIBEIRO et al., 1986), metabólicas (HECK et al., 1985; MCMORRIS et al., 2000) ou cardíacas (CONCONI et al., 1982). Uma das formas de se calcular tal limiar se faz por meio de determinações lactacidêmicas, referindo-se ao ponto em que o estado estacionário dinâmico entre a produção e a remoção do lactato deixa de existir, por excesso de produção, e a concentração plasmática do lactato começa a crescer exponencialmente.

DENADAI et al. (2000) relataram que a resposta do lactato sangüíneo parece depender mais da capacidade de oxidação desta molécula, que é a principal via de remoção da mesma, já que sua produção não é modificada pelo treinamento aeróbio. Em cavalos Puro Sangue Inglês, a lactacidemia é reconhecida como um bom indicador de performance (EVANS et al., 1993). Segundo LINDNER (2000), não há melhor variável fisiológica, em eqüinos, para se avaliar capacidade atlética e efeito de programas de treinamento que o lactato sangüíneo em testes a campo.

Segundo LINDNER & BOFFI (2007), o lactato sangüíneo pode ser utilizado na mensuração da capacidade competitiva atual (LINDNER, 2000), potencial atlético (CORROUCE, 1997) e efetividade de treinamento (LINDNER, 1997; citado por LINDNER & BOFFI, 2007) em cavalos.

DENADAI et al. (2000) ainda sugerem que, para humanos, a utilização do lactato sangüíneo para a individualização da intensidade do esforço é tão ou mais adequado do que a porcentagem do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$), uma variável ventilatória amplamente utilizada. Ademais KOHRT et al. (1989) relataram que em acompanhamentos da capacidade aeróbia feitos em períodos superiores a seis ou oito meses, o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ passa a modificar-se muito pouco, deixando de apresentar a sensibilidade adequada, ao contrário do lactato sangüíneo. Este fato relatado por KOHRT et al. (1989) é justificado por DENADAI et al. (2000) pelo fato de que mesmo continuando a existir adaptações periféricas (musculoesqueléticas), o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ pode não melhorar, já que as adaptações centrais (sistema cardiovascular e respiratório) ocorrem em menor amplitude; por outro lado, como a resposta do lactato sangüíneo depende mais das modificações periféricas, este índice ainda pode continuar apresentando sensibilidade, mesmo após um período longo de treinamento.

Por outro lado, alguns trabalhos procuram outros meios de medir o LA sem utilizar concentrações sangüíneas de lactato. O trabalho de SIMÕES et al. (1998), baseado nas observações iniciais de CHMURA et al. (1994) e WILMORE & COSTILL (1994) obtiveram como conclusão a possibilidade de se determinar o limiar anaeróbio a partir do comportamento da glicemia em corredores fundistas. Já MCMORRIS et al. (2000), utilizando dosagens de concentrações de adrenalina e noradrenalina plasmáticas, não obtiveram boa correlação entre os limiares aferidos pelas catecolaminas e o aferido pela dosagem lactacidêmica. PORT (1991) encontrou durante teste de cargas progressivas, aumento exponencial tanto da lactacidemia quanto da concentração do cortisol no soro de humanos. Estudos realizados por nossa equipe mostram que o limiar indicado pela glicemia se iguala ao indicado pelo lactato em cavalos da raça Puro Sangue Árabe (FERRAZ et al., 2008).

Apesar de vários métodos serem propostos, o LA determinado pela lactacidemia é um bom indicador do desenvolvimento de acidose metabólica mesmo em indivíduos não sensíveis a outros indicadores como o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (WASSERMAN et al., 1990).

4. Métodos de determinação do LA

Um dos populares métodos de determinação do LA é a chamada Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL) e é definido como a máxima intensidade do exercício em que a concentração de lactato não aumenta além da concentração obtida no começo de um exercício de carga constante (TEGBUR et al., 1993). Em outras palavras, a intensidade de exercício em que há um estado estacionário dinâmico entre a produção e a remoção do lactato sangüíneo (HECK et al., 1985). Apesar de ser um procedimento que consome tempo, é considerado um excelente meio para se determinar o LA (SVENDAHL & MACINTOSH, 2003).

De acordo com SVENDAHL & MACINTOSH (2003), outras metodologias de aferição do LA como a velocidade em que a lactacidemia é 4,0 mmol/L (V_4), proposta por MADER et al. (1976), o Limiar Anaeróbio Individual (LAI), proposto por STEGMANN et al. (1981) e o Teste do Lactato Mínimo (Lacmin), proposto por TEGTBUR et al. (1993), são estimadores rápidos do MFEL, o qual é considerado quase como sinônimo de Limiar Anaeróbio pelos autores. Além disso, outros autores tomam como base de comparação o valor do MFEL quando querendo comparar outras metodologias (AUNOLA & RUSKO, 1992).

Originalmente descrito por MADER et al. (1976), o método da V_4 , assume como LA o momento em que a concentração plasmática de lactato é igual a 4 mmol/L em um exercício de intensidade progressiva. No homem esta concentração é reconhecida por alguns pesquisadores como o ponto em que o equilíbrio entre a produção e a remoção do lactato se rompe (HECK et al., 1985), significando o LA. Entretanto, essa metodologia vem sofrendo duras críticas, pois ela desconsidera diferenças individuais, estado de treinamento e disponibilidade de glicogênio (SVENDAHL & MACINTOSH, 2003). Ademais, os mesmos pesquisadores citam casos em que indivíduos treinados

foram incapazes de sustentar intensidades de exercícios na qual se alcançavam lactacidemias de 4 mmol/L (FOXDAL et al, 1996) e casos em que não houve correlação significativa entre o MFEL e lactacidemia de 4 mmol/L ($r=0,57$) (AUNOLA & RUSKO, 1992). Embora HECK et al., (1985), tenham proposto a utilização da V_4 , os mesmos mostram que a concentração de lactato correspondente a esta intensidade pode variar entre 3-5,5 mmol/L. Apesar das críticas, este método produz uma estimativa do LA muito objetiva e prática, porém não tão precisa.

Em cavalos, embora não tenhamos encontrado na literatura nenhum trabalho que a justifique, a interpretação de que o LA ocorre aos 4 mmol/L de lactacidemia começou a ser empregada há mais de duas décadas (PERSSON, 1983, citado por LINDNER & BOFFI, 2007) e também é considerada verdadeira por vários pesquisadores. LINDNER (1996), baseados nos trabalhos de MADER et al. (1976), determinaram a MFEL de eqüinos como sendo entre 1,5 e 2,5 mmol/L.

Mais um método de aferição do LA, o Limiar Anaeróbio Individual (LAI), baseia-se na cinética do lactato sanguíneo durante um exercício com cargas progressivas. Foi introduzido por STEGMANN et al. (1981) por que os autores ressaltaram que, embora a concentração de lactato no LA seja aproximadamente 4 mmol/L, os mesmos encontraram uma variação individual muito grande (1,5-7,0 mmol/L), propondo então, a aferição de um limiar individualizado. Neste método, o LA pode ser determinado visualmente em um gráfico contendo as variáveis lactacidemia e cargas, ou através de algoritmos computacionais (PRUSACZYK et al., 1993).

As vantagens deste método são a praticidade, a consideração de medidas individuais, alta repetibilidade sobre condições de protocolo idênticas e insensibilidade a pequenas variações de protocolo (SVENDAHL & MACINTOSH, 2003). Entretanto, como citado pelos mesmos, mudanças na carga inicial, na duração de cada estágio de cargas e no ponto final já foram relatadas como influentes para o resultado do teste (MCLELLAN, 1985; MCLELLAN et al., 1991; URHAUSEN et al., 1993). Além disso, como também citado por SVENDAHL & MACINTOSH (2003), indivíduos se exercitando à intensidade do LAI não foram capazes de manter a concentração de lactato sanguíneo estável (MCLELLAN & JACOBS, 1993). Recentemente, BALDARI &

GUIDETTI (2000), propuseram uma metodologia que apesar de considerar variações individuais, assume parâmetros mais objetivos e práticos para a mensuração do LAI, chamada daqui por diante de LAI_{0,5}.

Muito da literatura relacionada a atletas humanos relata o LAI como sendo a intensidade de exercício em que a performance é máxima e pode ser mantida por pelo menos 50 minutos (LOAT & RHODES, 1997).

Há ainda outro método de determinação do LA, o Teste do Lactato Mínimo (Lacmin), o qual consiste do momento em que a concentração de lactato plasmática é mínima antes de um exercício com cargas progressivas e após indução de hiperlactacidemia (TEGTBUR et al., 1993). Indução esta que, apesar de vários protocolos serem propostos, na espécie humana, não influi no resultado final do LA (SMITH et al., 2002). Um dos pontos controversos deste método é a influência que ele sofre da velocidade escolhida para se iniciar a fase de cargas progressivas do teste (CARTER et al., 1999). Apesar disso, SVENDAHL & MACINTOSH (2003) ressaltam que o Lacmin é um método válido de estimativa do MFEL. Em estudo recente, GONDIM et al. (2007), demonstraram ser aplicável a metodologia do Lacmin para cavalos, em teste a campo.

De acordo com SIMÕES et al. (1998), para humanos, apesar dos métodos do LAI, V₄ e Lacmin resultarem em valores de limiar de lactacidemia estatisticamente diferentes, as velocidades e freqüências cardíacas correspondentes ao limiar não possuem diferenças. Baixa correlação entre os mais variados métodos de mensuração do LA vem sendo relatada (FERNANDEZ GUERRA et al., 1996).

Como citado por SIMÕES et al. (1998), EXTON (1979) descreve que a descarga adrenérgica durante o exercício ativa algumas enzimas do ciclo glicogenolítico, aumentando, concomitantemente, os valores da glicemia e da produção de lactato. SCHNABEL et al. (1982) verificaram que o equilíbrio dinâmico do lactato em intensidades de exercício correspondentes ao LAI é acompanhado por um equilíbrio dinâmico da glicemia. SIMÕES (2000) aponta como fator que pode explicar o comportamento da glicemia durante o exercício progressivo a influência hormonal, uma

vez que as catecolaminas, o glucagon, o cortisol e o hormônio do crescimento, que estão aumentados no exercício, contribuem para o aumento da glicemia.

SIMÕES et al. (1999) demonstraram que a glicemia apresenta aumento ao longo do exercício de cargas progressivas a medida que as intensidades acima do LA são atingidas. Adicionalmente, o mesmo estudo comprovou ser possível prever o LA a partir do comportamento da curva glicêmica. O mesmo autor preconiza que a sustentação teórica da metodologia do limiar glicêmico deve-se ao fato de que em intensidades sub limiares, a atividade glicogenolítica não está tão elevada e a captação de glicose pelas células sobrepõe a produção de glicose pelo fígado. Ato contínuo, ao se atingir intensidades supra limiares durante o teste, ocorre aumento pronunciado da liberação de catecolaminas, potencializando tanto a glicogenólise hepática quanto a produção de lactato. A partir daí, a glicemia apresenta elevação semelhante à da lactacidemia (SIMÕES, 2000).

No que se refere à prescrição de intensidade de treinamento, a determinação do LA torna-se particularmente importante, pois, registra velocidades em que se podem manter intensidades de exercício aeróbio máximas, sem que o domínio do exercício anaeróbio seja adentrado. Desta forma, conseguem-se seções de treinamento intensas, de duração relativamente alta (AUNOLA & RUSKO, 1992).

Tratando-se de atletas da espécie eqüina, pesquisadores respeitados tem sugerido um programa de treinamento à velocidade correspondente ao V_2 (velocidade do cavalo em que sua lactacidemia atinge 2,0 mmol/L) por 45 minutos, três vezes por semana (TRILK et al., 2002). No Laboratório de Fisiologia do Exercício da FCAV – Unesp - Jaboticabal, por exemplo, trabalhou-se eqüinos em esteira rolante na velocidade correspondente a 80% da V_4 por 50 minutos, três vezes por semana e bons resultados foram obtidos, sem nenhum caso de injúria musculoesquelética (FERRAZ, 2006).

Para testes de cargas constantes em cavalos, CHASSAIN et al. (1992) encontrou a estabilização da lactacidemia abaixo dos 4,0 mmol/L, mais precisamente $3,33 \pm 0,16$ mmol/L, entretanto, a velocidade que induziu estes valores, não diferiu estatisticamente da velocidade que induziu a lactacidemia de 4,0 mmol/L.

Acredita-se assim que parte dessas aparentes incongruências seja devida ao pouco estudo, em eqüinos, dos métodos para determinação do LA.

Desta maneira, o objetivo geral do presente estudo foi a comparação de oito protocolos diferentes de mensuração do Limiar Anaeróbio: o método da V_2 , da V_4 , os Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5}), o Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) e os limiares glicêmicos (LGI e Glicmin). Todos tiveram como base de comparação a Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL), considerada o método mais fidedigno de mensuração do LA.

Como objetivos específicos, o presente trabalho teve a investigação da exeqüibilidade dos Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5}) e glicêmicos (LGI e Glicmin) em eqüinos; a exeqüibilidade do Lacmin em eqüinos em esteira rolante; e a mensuração da lactacidemia em que ocorre a Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL) em eqüinos.

II. METODOLOGIA

1. Animais e manejo

Foram utilizados quatorze eqüinos Puro Sangue Árabe, fêmeas e machos castrados, com idade $11,41 \pm 3,98$ anos e peso de $381,85 \pm 22,88$ kg, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal e também animais de propriedades particulares. Exames clínicos, hematológicos e bioquímicos foram realizados. Os resultados destes exames compuseram um quadro mínimo de saúde para a participação destes animais no experimento.

Os animais permaneceram em regime de pasto no Setor de Eqüideocultura do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Jaboticabal, com sal mineral e suplementação com feno de *Cynodon dactylon* à vontade. Adicionalmente, forneceu-se concentrado em cochos individuais duas vezes ao dia. O consumo de energia e nutrientes foi proporcional ao peso metabólico ($P^{0,75}$ kg) de cada animal, seguindo as tabelas de exigência do National Research Council (1989).

Os cavalos foram casqueados e ferrageados a cada 35 dias. Foram utilizados como endo e ectoparasiticidas, respectivamente, ivermectina e cipermetrina, no início do experimento e quando necessário.

Todos os procedimentos descritos aqui que envolveram animais foram aprovados pela CEBEA (comissão de ética e bem estar animal) da FCAV-UNESP - Jaboticabal, protocolo nº 002508-04.

2. Delineamento experimental

Previamente ao início da fase experimental, os animais foram submetidos a 30 dias de adaptação ao manejo e a esteira rolante e a um programa de treinamento por 60 dias. O programa de treinamento dividiu-se em treinamento físico geral, que visou

promover adaptações músculo-esqueléticas, e treinamento físico específico, que visou promover adaptações cardiovasculares. Para prescrição de intensidade do treinamento foi realizado o Teste do Lactato Mínimo (Lacmin), detalhado a seguir. No programa de treinamento geral os animais foram exercitados três dias por semana, montados, percorrendo uma média de 8 km em velocidades que intercalavam os andamentos passo e trote. Já no treinamento específico, os animais foram submetidos a passagens com aquecimento de 10 minutos a 4 m/s, períodos de 5 a 15 minutos na intensidade correspondente ao Lacmin e posterior desaquecimento em esteira rolante de alto desempenho¹. Os programas de treinamento físico geral e específico aconteceram simultaneamente durante todo o período de 60 dias.

Nos dias de testes, os animais eram alimentados três horas antes do início do mesmo. Os testes foram realizados na seguinte ordem: teste de intensidades progressivas, Teste do Lactato Mínimo e Máxima Fase Estável do Lactato, com seis dias de intervalo entre eles.

Para obtenção de amostras de sangue para as dosagens lactacidêmicas e glicêmicas os animais foram submetidos à tricotomia, preparação asséptica e venocateterização² da jugular. Para facilitar as colheitas de sangue com o animal em movimento foi acoplado ao cateter um tubo extensor³. Dez mililitros de sangue foram colhidos e distribuídos em tubos a vácuo⁴ contendo anticoagulante EDTA e fluoreto de sódio 1 % para as dosagens glicêmicas⁵, realizadas por método cinético. Ato contínuo, vinte e cinco microlitros de sangue foram colhidos por meio de pipeta apropriada e analisados em um lactímetro⁶. Não foi utilizado nenhum produto lisante de células, portanto as lactacidemias aqui encontradas são plasmáticas. Após cada colheita o cateter e o tubo extensor foram lavados com solução de heparina a 2,5%.

¹ Esteira rolante Galloper® Sahinco LTDA, Palmital-SP, Brasil.

² Cateter Insyte™ 14_{GA} X 1,75_{IN} – 2,1 X 45mm – 330ml/min – BD®.

³ 10 Fr5 x 60 cm BD®.

⁴ Vacutainer System.

⁵ Kit Labtest, Lagoa Santa –MG, Brasil.

⁶ YSI 1500 Sport L-Lactate Analyzer. YSI Incorporated, EUA.

3. Métodos de determinação do LA

3.1. Teste de intensidade progressiva (V_2 , V_4 , LAI e $LAI_{0,5}$)

Este teste foi utilizado para a mensuração da V_2 , V_4 , LAI e $LAI_{0,5}$. Este teste foi utilizado em experimentos prévios no Laboratório de Fisiologia do Exercício da FCAV – Unesp – Jaboticabal (FERRAZ, 2003/2007) com pequenas diferenças. Após 5 minutos de aquecimento a 4 m/s a esteira foi inclinada a 5% e as velocidades foram aumentadas, a cada 2 minutos, para 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 m/s, até a não sustentação e amostras foram colhidas quinze segundos antes do final de cada estágio. A não sustentação do exercício caracterizou-se pela falta de sincronismo do andamento do animal com o deslocamento da esteira rolante. Posteriormente foi realizado um desaquecimento ativo a 3 m/s por 20 minutos. Amostras de sangue foram colhidas com 2, 5, 10 e 20 minutos de desaquecimento. O esquema de cargas e tempos de cada estágio está esquematizado na figura 1. O tempo total do teste foi de 43 minutos.

A V_4 , como proposta por MADER et al. (1976), é calculada por meio da plotagem das velocidades e das lactacidemias em um gráfico, aproxima-se então uma curva de tendência para essa plotagem e por meio de equação exponencial estima-se a velocidade em que a lactacidemia é 4,0 mmol/L (V_4). Do mesmo modo, a V_2 , índice que tem como base os achados de LINDNER (1996), pôde ser encontrada como sendo o ponto onde a lactacidemia é de 2,0 mmol/L.

O LAI, como proposto por STEGMANN et al. (1981), é calculado por meio da plotagem dos tempos de exercício e recuperação pela lactacidemia, traça-se então uma reta paralela ao eixo das ordenadas a partir do ponto mais alto de lactacidemia durante o exercício progressivo. A partir do ponto onde esta nova reta cruza a curva de recuperação, é traçada uma reta que tangencia a curva de exercício progressivo. Este ponto de tangência é considerado o LAI. Estima-se, então, a lactacidemia e a velocidade associadas ao LAI (LAC_{LAI} e V_{LAI}).

O $LAI_{0,5}$, de acordo com BALDARI & GUIDETTI (2000), é considerado a intensidade de esforço que é precedida por dois aumentos de no mínimo 0,5 mmol/L

sendo o segundo aumento maior ou igual ao primeiro. Assim, calcula-se a lactacidemia e a velocidade associadas ao LAI_{0,5} ($LAC_{LAI0,5}$ e $V_{LAI0,5}$).

3.2. Teste do Lactato Mínimo (Lacmin)

Após 5 minutos de aquecimento ($v = 4$ m/s, sem inclinação), provocou-se hiperlactacidemia ao se colocar o animal para galopar, com a esteira inclinada a 10%, na maior velocidade possível, até a não sustentação do exercício. Depois disso o animal foi colocado a velocidade de 4 m/s e, após dois minutos da primeira redução da concentração de lactato, submeteu-se o animal ao teste de velocidades progressivas com coleta de sangue em cada estágio, similarmente ao teste de intensidade progressiva (estágio inicial de 5 m/s e acréscimo de 1 m/s a cada 2 minutos). Os dados deste teste progressivo foram colocados em gráfico e o ponto no qual a concentração de lactato apresentou uma inflexão, calculada por meio da derivada zero da equação ajustada, foi considerado o Lacmin. Estimou-se assim, a lactacidemia e a velocidade associadas ao Lacmin (LAC_{Lacmin} e V_{Lacmin}). Este teste foi criado para humanos (TEGTBUR et al., 1993) e foi utilizado para eqüinos por GONDIM et al. (2007) com um protocolo significativamente diferente do aqui exposto.

3.3. Teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)

Os cavalos foram submetidos a várias sessões de exercício com pelo menos dois dias de descanso entre elas, com intensidade constante e duração de 30 minutos. Amostras sanguíneas foram coletadas no início e a cada 5 minutos do teste. Esta metodologia segue preconizações da ciência esportiva humana (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003) e assemelha-se a utilizada em eqüinos por LINDNER (1996). A primeira sessão foi de intensidade igual a V_{Lacmin} e as outras com intensidades progressivamente menores em 5% do valor da V_{Lacmin} até se chegar a uma intensidade máxima na qual não há mudança na lactacidemia de mais de 1 mmol/L nos últimos 20 minutos da sessão. Desta forma, a velocidade associadas ao MFEL (V_{MFEL}) e a média das lactacidemias dos últimos 20 minutos de teste (LAC_{MFEL}) puderam ser definidas.

3.4. Limiares glicêmicos

Dois limiares glicêmicos foram calculados. Para tal, como preconizado por SIMÕES (2000), assumiu-se como limiar glicêmico o ponto de menor glicemia durante os testes de intensidade progressiva e do Lactato Mínimo (Lacmin). Pôde-se assim calcular as glicemias e velocidades associadas ao teste de intensidade progressiva, chamado aqui de Limiar Glicêmico Individual ($GLIC_{LGI}$ e V_{LGI}) e ao teste do Lacmin, chamado aqui de Glicmin ($GLIC_{Glicmin}$ e $V_{Glicmin}$).

4. Análise estatística

Para comparação das lactacidemias do teste de intensidade progressiva (LAC_{LAI} e $LAC_{LAI0,5}$) foi usado o teste “t” de Student pareado.

Para a comparação das velocidades nos limiares obtidos pela lactacidemia, foi realizada análise de variâncias em ranques para medidas repetidas (Friedman RM ANOVA on Ranks) com posterior teste de Dunn para comparações versus um controle (V_{MLLS}), já que estas tiveram comportamento divergente da normalidade mesmo após sofrer transformações. Para métodos cuja velocidade no limiar não diferiu da V_{MFEL} , foi calculado o índice de correlação de Spearman (ρ) e sua significância, além de aplicado o método de investigação de concordância de BLAND & ALTMAN (1986) para métodos de mensurações clínicas. Este método prevê o cálculo da Tendência (Bias), ou média das diferenças entre os métodos e os Limites de Concordância de 95 %, os quais refletem a extensão em qual é esperado que se diferencie as velocidades associadas ao limiar, quando medidas pelas duas metodologias.

Para comparação das glicemias associadas aos dois limiares glicêmicos foi utilizado o teste “t” de Student pareado e, para a comparação entre as velocidades nos limiares glicêmicos e a V_{MFEL} foi realizada análise de variância para medidas repetidas (RM One Way ANOVA). Após a análise de variâncias, o Teste de Duncan para comparações múltiplas foi aplicado, como recomendado por SAMPAIO (2007), já que a

variável velocidade apresentou-se altamente instável, com Coeficiente de Variação maior que 30%.

Todas as comparações estatísticas tiveram como índice de significância 5% ($p < 0,05$) e foram realizadas pelos programas computacionais SigmaStat 3.1⁷ e SAS Enterprise Guide 2.1.4⁸.

⁷ Systat Software, Inc., San José, CA, USA.

⁸ SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

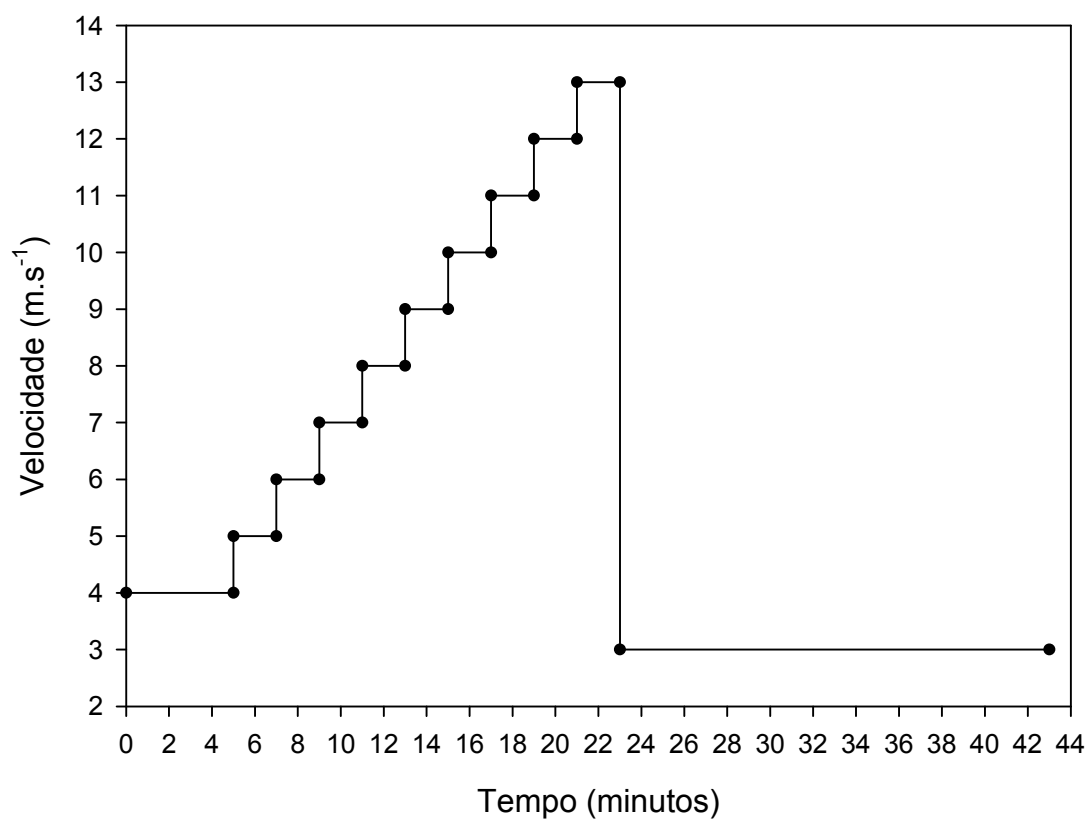


Figura 1. Duração e velocidade de cada estágio do teste de intensidade progressiva, realizado para aferimento do Limiar Anaeróbio pelos métodos da Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2), 4,0 mmol/L (V_4) e dos Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5}).

III. RESULTADOS

1. Lactacidemia

A figura 2 mostra uma figura representativa da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL). A tabela 1 traz as concentrações plasmáticas de lactato obtidas nas várias seções de testes de intensidade constante, para obtenção da MFEL. Em evidência estão as velocidades associadas à MFEL (V_{MFEL}), que foram em média e desvio padrão $6,06 \pm 0,51$ m/s. Foram necessárias de duas a quatro seções por animal, em média 2,79. A lactacidemia nos últimos vinte minutos variou entre $0,74 \pm 0,33$ e $1,69 \pm 0,93$ mmol/L e teve média de $0,84 \pm 0,20$ mmol/L.

As concentrações de lactato plasmático obtidas para cada animal no protocolo de intensidade progressiva podem ser observadas no apêndice 1. A figura 3 mostra uma figura representativa utilizada para obtenção da V_2 e V_4 . Gráfico das lactacidemias médias e suas respectivas velocidades é mostrado na figura 4. A figura 5 mostra uma figura representativa utilizada para obtenção do LAI. Foi possível calcular a V_2 , a V_4 e o $LAI_{0,5}$ para todos os animais, já o cálculo do LAI não foi possível para quatro animais pois, mesmo aos 20 minutos de recuperação (última mensuração), a lactacidemia ainda era maior que a última lactacidemia em exercício, o que impossibilita a criação da reta (a), conforme figura 5.

A V_2 e V_4 encontradas foram em média e desvio-padrão $9,49 \pm 0,83$ e $10,83 \pm 0,71$ m/s respectivamente.

A tabela 2 mostra as lactacidemias (LAC_{LAI} e $LAC_{LAI0,5}$) e velocidades (V_{LAI} e $V_{LAI0,5}$) associadas ao LAI e ao $LAI_{0,5}$, que foram em média $2,15 \pm 0,88$; $2,90 \pm 0,77$ mmol/l e $9,62 \pm 0,91$; $10,21 \pm 0,80$ m/s. As lactacidemias dos limiares do protocolo de intensidade progressiva (LAC_{LAI} e $LAC_{LAI0,5}$) não diferiram entre si, porém diferiram estatisticamente de 4,0 mmol/L. A LAC_{LAI} não diferiu de 2,0 mmol/L, já a $LAC_{LAI0,5}$ sim.

As lactacidemias, suas médias e desvios-padrão, obtidas no Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) podem ser observadas no apêndice 2. A LAC_{Lacmin} e V_{Lacmin} foram em

média e desvio-padrão $1,23 \pm 0,64$ mmol/l e $7,49 \pm 0,55$ m/s. O pico de lactacidemia ($4,89 \pm 1,79$ mmol/L) foi atingido com uma velocidade média de $9,35 \pm 0,34$ m/s a 10% de inclinação da esteira, após $2,14 \pm 0,95$ minutos do fim do galope máximo. Findo o galope, a lactacidemia começou a cair após $4,14 \pm 0,95$ minutos e o teste incremental foi iniciado após $5,86 \pm 0,53$ minutos. Uma figura demonstrativa deste protocolo é caracterizada na figura 6. Gráfico das médias e desvios-padrão das lactacidemias e suas respectivas velocidades é mostrado na figura 7.

Na tabela 3 podem ser observadas as lactacidemias e velocidades associadas aos Lacmin (LAC_{Lacmin} e V_{Lacmin}).

A tabela 4 mostra as velocidades V_2 , V_4 , V_{LAI} , $V_{LAI0,5}$, V_{Lacmin} e V_{MFEL} , associadas respectivamente aos limiares V_2 ; V_4 ; LAI; LAI_{0,5}; Lacmin e MFEL, suas médias e desvios-padrão.

As médias das lactacidemias e velocidades associadas às diferentes metodologias são mostradas na tabela 5. Gráfico das lactacidemias associadas aos diferentes limiares de lactato são mostradas na figura 8. Na figura 9 são confrontadas as velocidades associadas a estes limiares.

Todos os métodos, exceto o Lacmin, produziram velocidades associadas ao limiar diferentes estatisticamente da V_{MFEL} .

A correlação entre as V_{MFEL} e V_{Lacmin} foi significativa ($p < 0,05$). O coeficiente de correlação de Spearman (ρ) entre as velocidades foi de 0,76. Gráfico desta correlação pode ser visto na figura 10.

A Tendência (Bias) e os Limites de Concordância de BLAND & ALTMAN (1986) entre as V_{MFEL} e V_{Lacmin} foram de 1,43; 0,79 e 2,05. Um diagrama de concordância de BLAND & ALTMAN (1986) pode ser visto na figura 11.

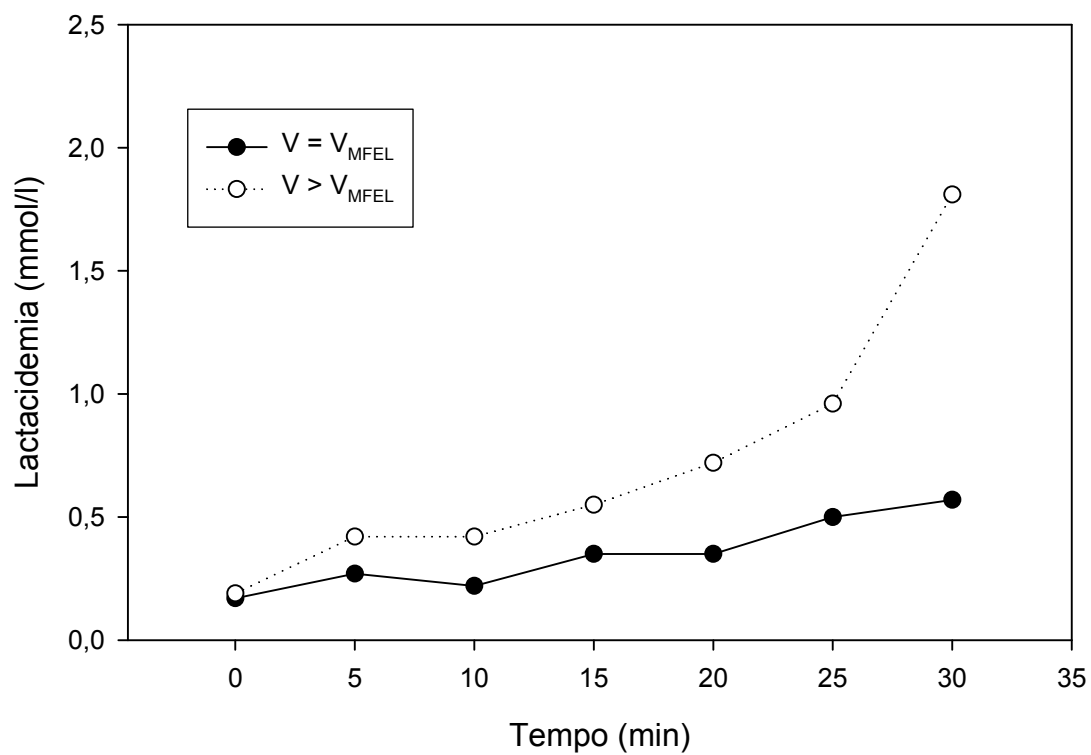


Figura 2. Figura representativa de duas seções do teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL), uma realizada na velocidade associada à MFEL (V_{MFEL}) e outra em uma velocidade maior.

Tabela 1. Lactacidemias (mmol/l) obtidas em vários testes de velocidades constantes para mensuração da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL), em equínos da raça Puro Sangue Árabe. Em evidência as velocidades (V_{MFEL}), sua média e desvio-padrão.

Animal	Seção	Vel (m/s)	Basal	Aquec	5	10	15	20	25	30	V_{MFEL} (m/s)
1	1	5,10	0,25	0,30	0,55	0,47	0,60	0,82	0,90	1,12	5,10
	2	5,80	0,36	0,26	1,04	1,10	1,43	1,91	2,76		
2	1	6,00	0,40	0,26	0,40	0,36	0,38	0,35	0,38	0,57	6,30
	2	6,30	0,30	0,17	0,27	0,22	0,35	0,35	0,50	0,57	
	3	6,70	0,27	0,19	0,42	0,42	0,55	0,72	0,96	1,81	
3	1	5,50	0,27	0,24	0,33	0,36	0,47	0,62	0,85	1,01	6,20
	2	5,90	0,27	0,19	0,27	0,39	0,49	0,49	0,76	1,03	
	3	6,20	0,46	0,25	0,43	0,70	0,79	0,84	1,06	1,44	
	4	6,60	0,36	0,34	0,42	0,56	0,60	0,87	1,08	1,66	
4	1	6,30	0,29	0,18	0,31	0,31	0,47	0,67	0,85	1,26	6,30
	2	6,70	0,38	0,30	0,40	0,41	0,60	0,96	1,63		
	3	7,10	0,40	0,28	0,55	0,51	0,72	1,41	2,07	3,41	
5	1	5,70	0,40	0,28	0,40	0,28	0,52	0,57	0,92	0,95	6,00
	2	6,00	0,37	0,21	0,35	0,42	0,48	0,60	0,84	1,22	
	3	6,40	0,39	0,33	0,54	0,64	1,03	1,29	2,25	3,38	
6	1	5,60	0,24	0,17	0,36	0,56	0,83	0,76	0,91	1,43	5,60
	2	6,00	0,29	0,19	0,67	1,06	1,54	1,61	2,02	2,58	
	3	6,30	0,36	0,57	0,80	1,17	1,41	2,02	2,70	3,86	
7	1	6,50	0,34	0,34	0,78	0,86	0,98	1,15	1,21	1,87	6,50
	2	6,90	0,31	0,51	0,62	0,65	0,82	1,01	1,38	2,21	

Animal	Seção	Vel (m/s)	Basal	Aquec	5	10	15	20	25	30	V_{MFEL} (m/s)	
8	1	5,20	0,23	0,15	0,41	0,52	0,55	0,61	0,82	0,97	5,20	
	2	5,50	0,31	0,15	0,44	0,50	0,57	0,92	1,14	1,84		
9	1	6,40	0,40	0,19	0,45	0,52	0,73	0,73	1,06	1,31	6,40	
	2	6,80	0,32	0,21	0,78	1,01	1,28	1,67	2,30			
10	1	6,30	0,23	0,17	0,34	0,39	0,56	0,74	0,96	1,30	6,30	
	2	6,70	0,41	0,22	0,67	1,02	1,51	2,00	3,08			
11	1	5,70	0,30	0,19	0,36	0,42	0,50	0,72	0,96	1,21	5,70	
	2	6,00	0,33	0,23	0,63	0,73	0,97	1,30	1,86			
	3	6,70	0,32	0,38	0,69	0,77	0,97	1,74	2,91			
12	1	5,80	0,28	0,21	0,32	0,36	0,41	0,47	0,58	0,71	6,10	
	2	6,10	0,28	0,18	0,37	0,48	0,51	0,62	0,78	0,98		
	3	6,50	0,36	0,19	0,59	0,55	0,72	1,03	1,34	2,11		
13	1	6,60	0,27	0,27	0,37	0,45	0,45	0,55	0,62	0,72	7,00	
	2	7,00	0,36	0,23	0,40	0,36	0,38	0,48	0,68	1,05		
	3	7,40	0,30	0,26	0,48	0,47	0,57	0,79	1,29	1,96		
	4	8,00	0,51	0,42	0,65	0,63	0,76	0,94	1,49	2,51		
14	1	6,20	0,48	0,26	0,31	0,33	0,41	0,50	0,83	1,34	6,20	
	2	6,60	0,40	0,31	0,52	0,65	0,90	1,51	1,67	2,21		
	3	8,00	0,56	0,60	0,81	0,85	1,07	1,89	3,10	4,33		
											Média	6,06
											DP	0,51

Vel - Velocidade

Aquec – Aquecimento.

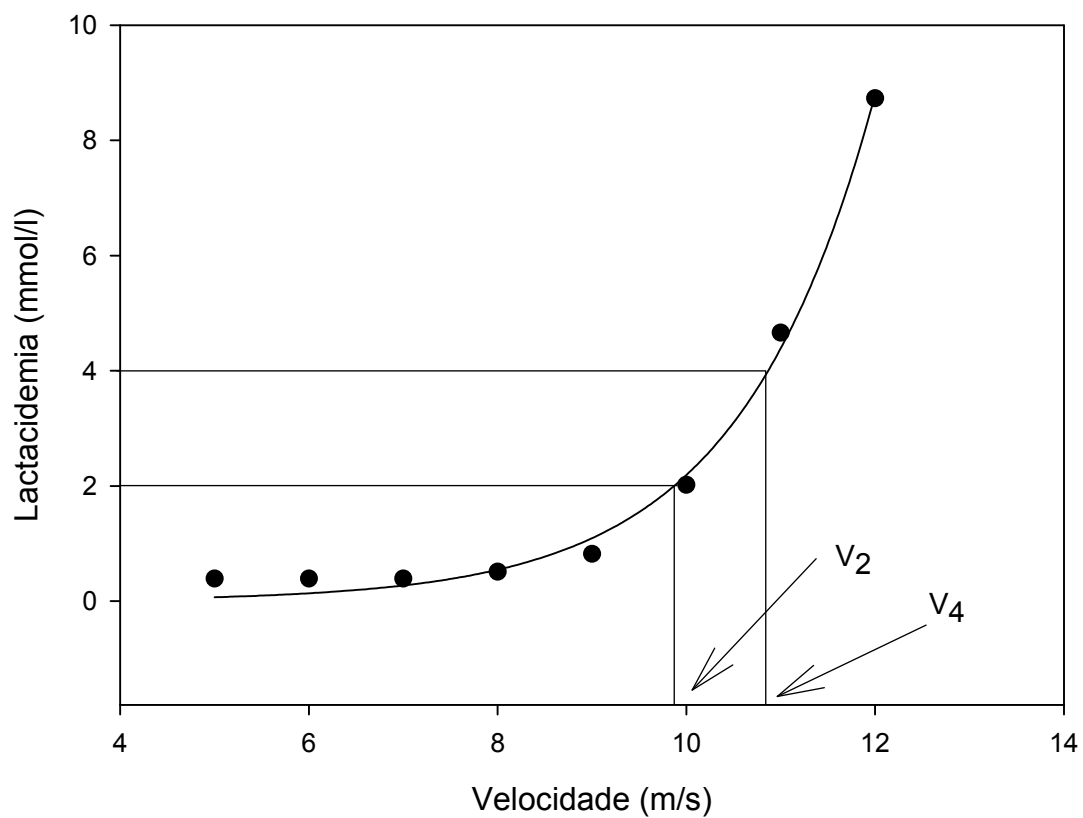


Figura 3. Figura representativa do cálculo das Velocidades em que a lactacemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4).

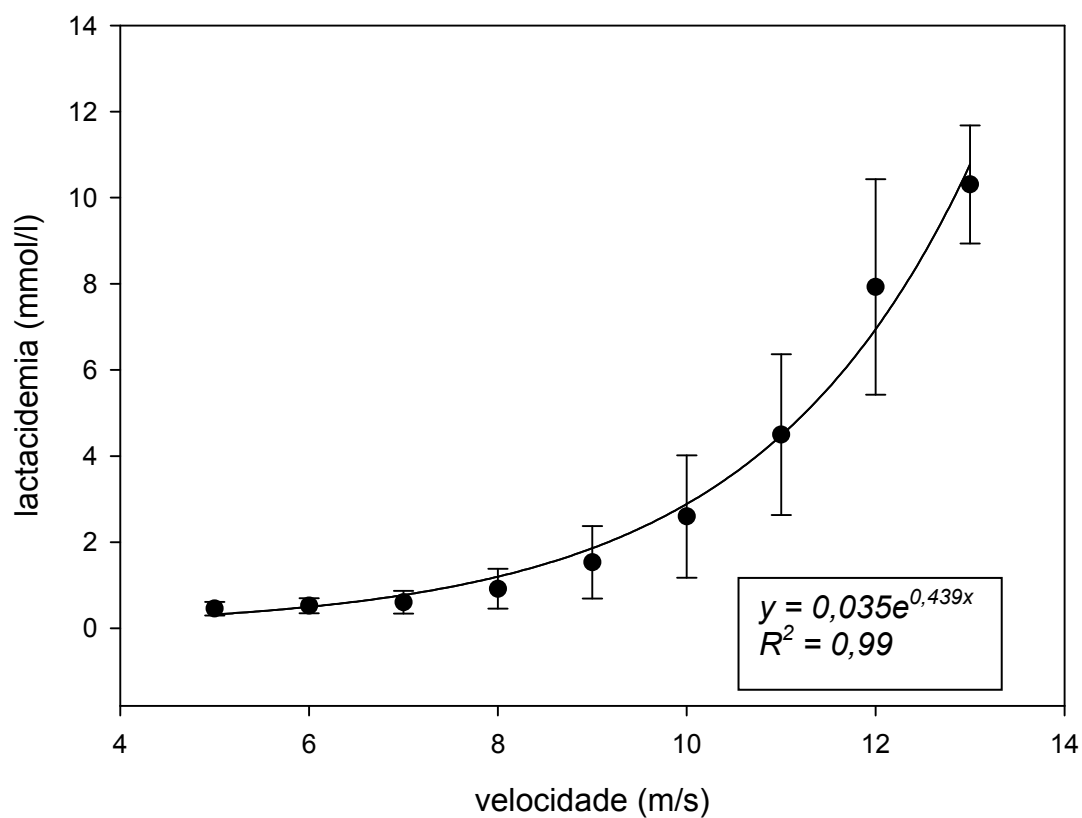


Figura 4. Gráfico das médias e desvios-padrão das concentrações de lactato plasmático observadas em equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos a esforço de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho.

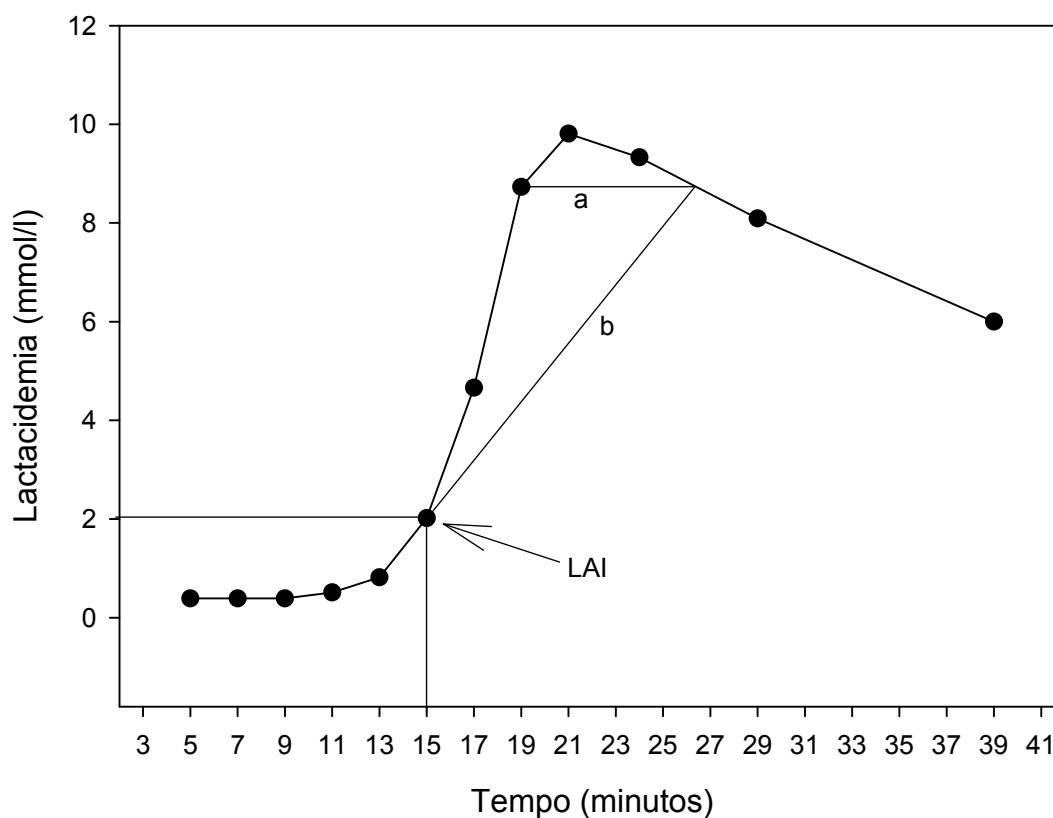


Figura 5. Figura representativa do cálculo do Limiar Anaeróbio Individual (LAI). Pode-se ver a reta (a) paralela ao eixo das ordenadas criada a partir da lactacidemia mais alta em exercício, a reta (b) que parte do ponto de intersecção entre (a) e a curva de recuperação, e o LAI. Nota-se que se a curva de recuperação não atingir valores menores que a última lactacidemia obtida em exercício, fica impossível a criação da reta (a).

Tabela 2. Lactacidemias (LAC_{LAI} e $LAC_{LAI0,5}$) e velocidades (V_{LAI} e $V_{LAI0,5}$) associadas aos Limiares Anaeróbios Individuais, suas médias e desvios-padrão.

Animal	LAC_{LAI} (mmol/l)	V_{LAI} (m/s)	$LAC_{LAI0,5}$ (mmol/l)	$V_{LAI0,5}$ (m/s)
1	2	7,90	3,29	9,00
2	1,6	10,00	4,66	11,00
3	-	.	3,14	11,00
4	2,75	11,00	2,75	11,00
5	0,8	8,20	2,12	10,00
6	-	.	3,17	10,00
7	-	.	3,86	11,00
8	3,7	9,90	2,35	9,00
9	2,1	9,90	2,29	10,00
10	2	9,60	2,45	10,00
11	3,29	10,00	2,15	9,00
12	2	9,80	2,17	10,00
13	1,3	9,90	2,52	11,00
14	-	.	3,71	11,00
Média	2,15	9,62	2,90	10,21
DP	0,88	0,91	0,77	0,80

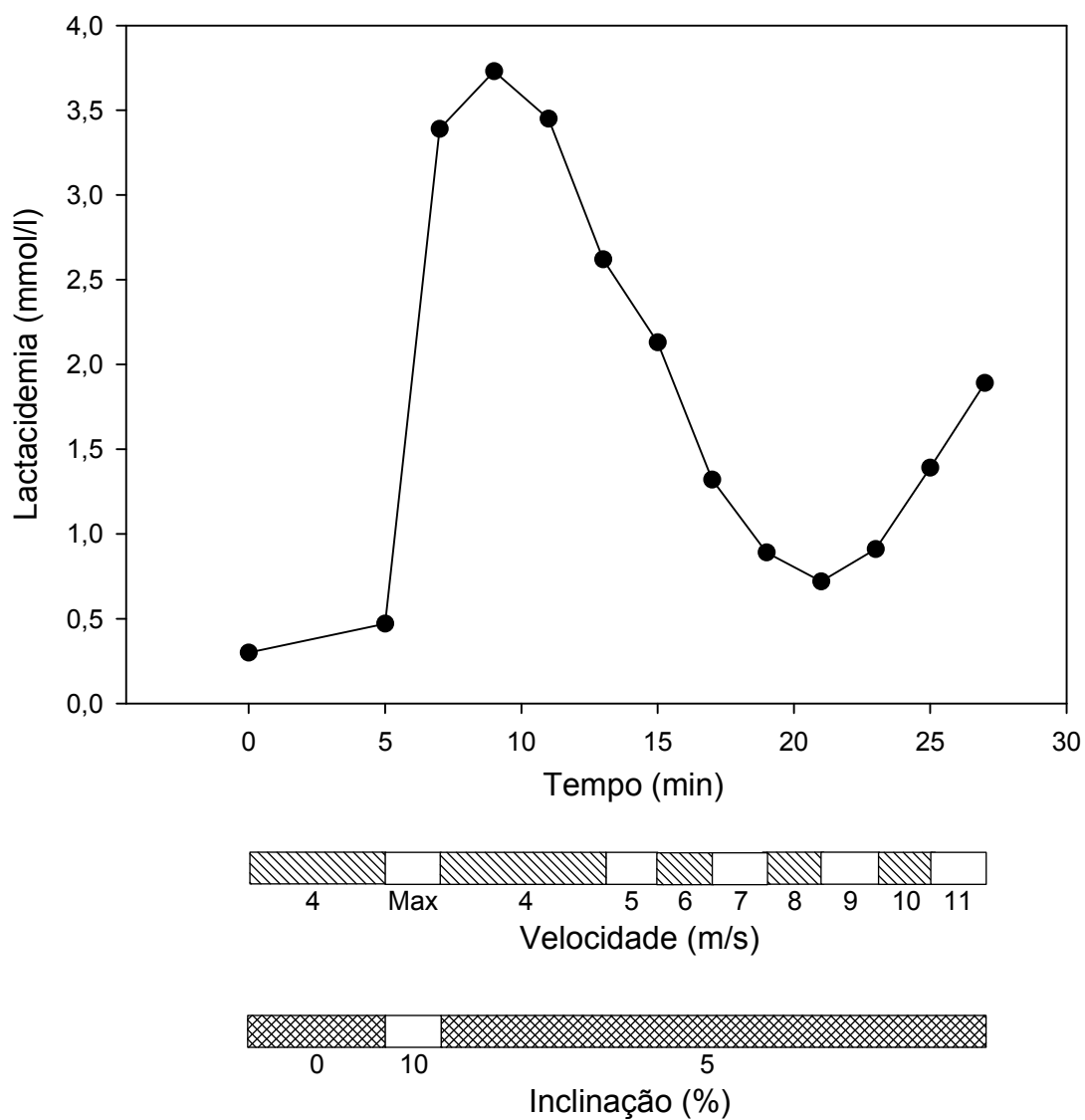


Figura 6. Figura representativa do Teste do Lactato Mínimo (Lacmin). Notam-se quatro fases distintas: a primeira de aquecimento (5 min; 4 m/s; 0%); a segunda de provocação de acidose láctica (tempo máximo, velocidade máxima, 10%); a terceira de volta a queda da lactacidemia (6 a 8 minutos; 4m/s; 5%) e a quarta de intensidade progressiva (2 minutos por estágio, estágio inicial de 5 m/s com acréscimo de 1m/s por estágio; 5%).

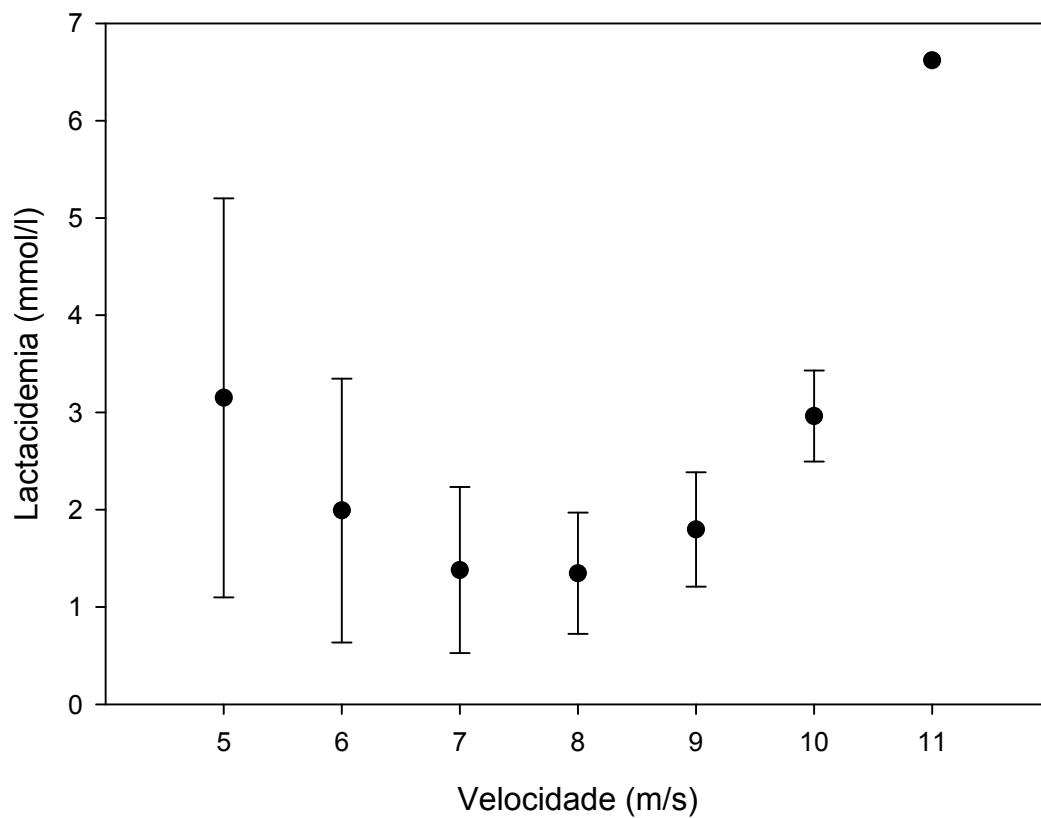


Figura 7. Gráfico das médias e desvios-padrão das concentrações de lactato plasmático observadas em equínos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao protocolo do Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) em esteira rolante de alto desempenho.

Tabela 3. Lactacidemias (LAC_{Lacmin}) e velocidades (V_{Lacmin}) associadas ao Teste do Lactato Mínimo ($Lacmin$), suas médias e desvios-padrão.

Animal	LAC_{Lacmin} (mmol/l)	V_{Lacmin}(m/s)
1	1,99	7,40
2	0,55	7,48
3	0,51	6,88
4	0,69	7,71
5	0,82	7,13
6	0,95	7,09
7	1,60	8,03
8	0,75	6,55
9	1,35	8,00
10	1,66	7,88
11	0,90	6,92
12	1,04	7,28
13	2,71	8,30
14	1,73	8,23
Média	1,23	7,49
DP	0,64	0,55

Tabela 4. Velocidades V_2 ; V_4 ; V_{LAI} ; $V_{LAI0,5}$, V_{Lacmin} e V_{MFEL} , associadas respectivamente aos limiares V_2 ; V_4 ; LAI; LAI_{0,5}; Lacmin e MFEL, suas médias e desvios-padrão. O único método cujas velocidades não diferiram estatisticamente da V_{MFEL} foi o Lacmin (Teste de Dunn para comparações versus um controle, $p < 0,05$).

Animal	V_2 (m/s)	V_4 (m/s)	V_{LAI} (m/s)	$V_{LAI0,5}$ (m/s)	V_{Lacmin} (m/s)	V_{MFEL} (m/s)
1	7,22	8,92	7,90	9,00	7,40	5,10
2	9,86	10,86	10,00	11,00	7,48	6,30
3	10,34	11,43	.	11,00	6,88	6,20
4	10,38	11,68	11,00	11,00	7,71	6,30
5	9,81	11,15	8,20	10,00	7,13	6,00
6	9,07	10,56	.	10,00	7,09	5,60
7	9,75	11,11	.	11,00	8,03	6,50
8	8,72	10,16	9,90	9,00	6,55	5,20
9	9,12	10,86	9,90	10,00	8,00	6,40
10	9,59	10,75	9,60	10,00	7,88	6,30
11	9,13	10,31	10,00	9,00	6,92	5,70
12	9,72	11,03	9,80	10,00	7,28	6,10
13	10,43	11,68	9,90	11,00	8,30	7,00
14	9,74	11,12	.	11,00	8,23	6,20
Média	9,49	10,83	9,62	10,21	7,49	6,06
DP	0,83	0,71	0,91	0,80	0,55	0,51

Tabela 5. Médias e desvios-padrão das lactacidemias e velocidades associadas aos cinco diferentes protocolos de mensuração do Limiar Anaeróbio: Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4), Limiares anaeróbio individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) e Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL).

Metodologia	Lactacidemia (mmol/l)	Velocidade (m/s)
V_2	-	9,49 ± 0,83
V_4	-	10,83 ± 0,71
LAI	2,15 ± 0,88	9,62 ± 0,91
LAI_{0,5}	2,90 ± 0,77	10,21 ± 0,80
Lacmin	1,23 ± 0,64	7,49 ± 0,55
MFEL	0,84 ± 0,20	6,06 ± 0,51

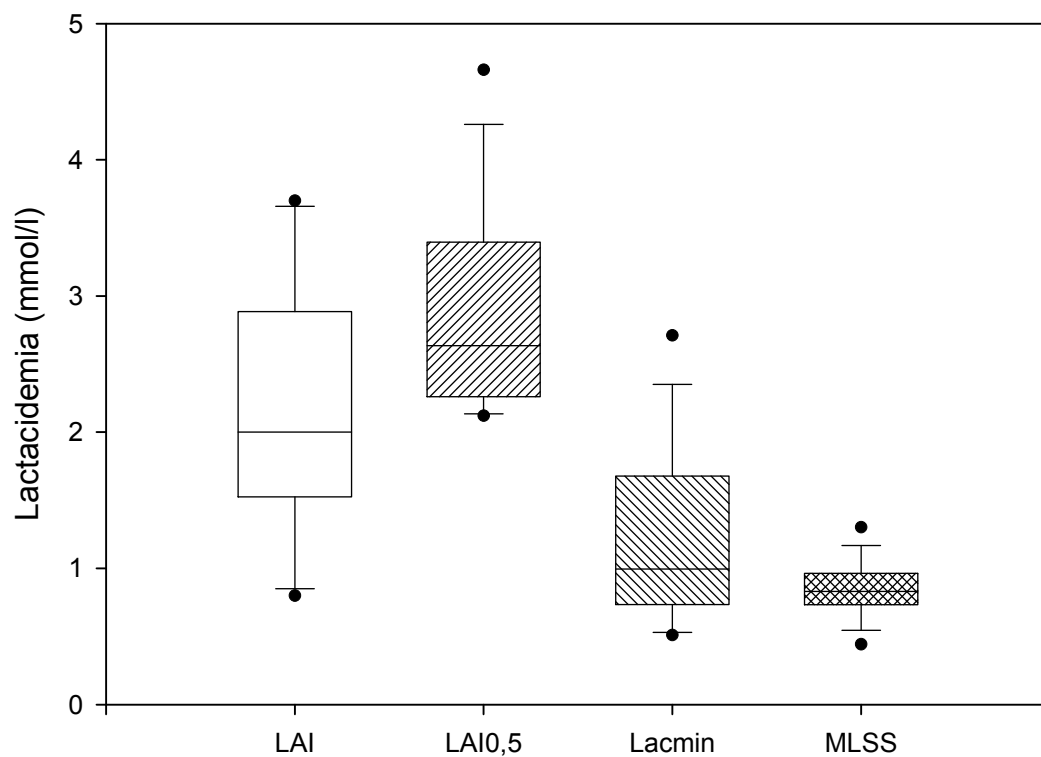


Figura 8. Gráfico das lactacidemias associadas ao vários testes de aferição do Limiar Anaeróbio em equinos: Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) e Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL).

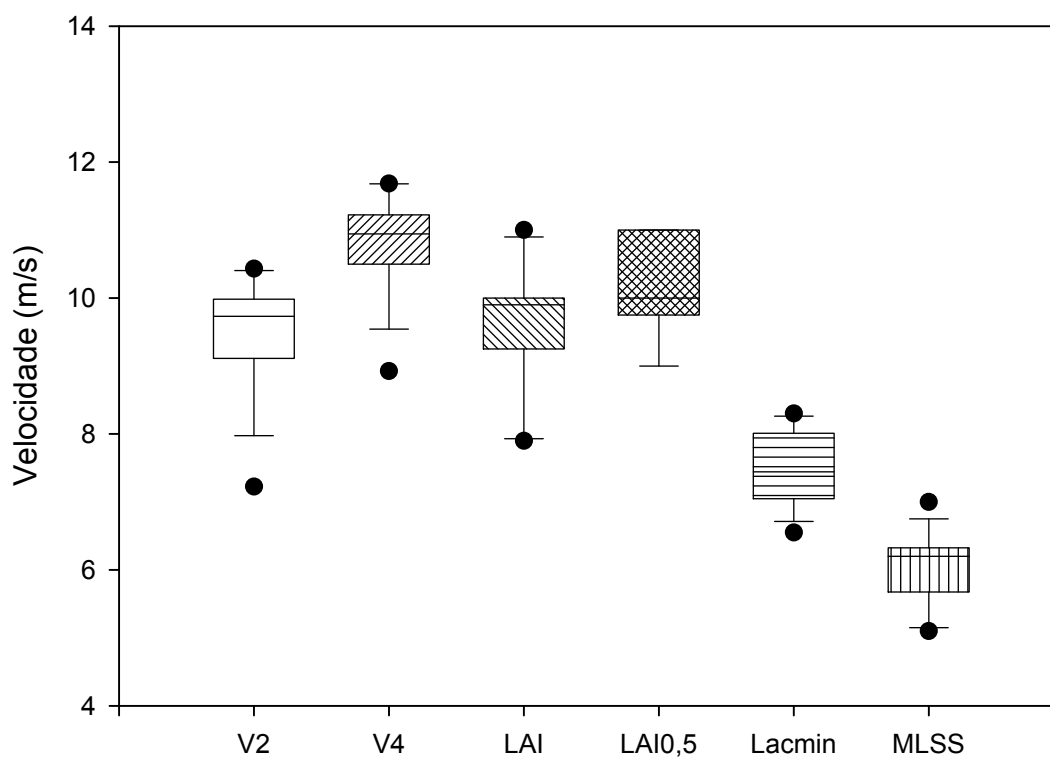


Figura 9. Gráfico das velocidades associadas aos vários testes de aferição do Limiar Anaeróbio em eqüinos: Velocidade em que a lactacidemia é 2,0 (V_2) e 4,0 mmol/L (V_4), Limiares Anaeróbios Individuais (LAI e LAI_{0,5}), Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) e Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL). O único método cujas velocidades não diferiram estatisticamente da V_{MFEL} foi o Lacmin (Teste de Dunn para comparações versus um controle, $p < 0,05$).

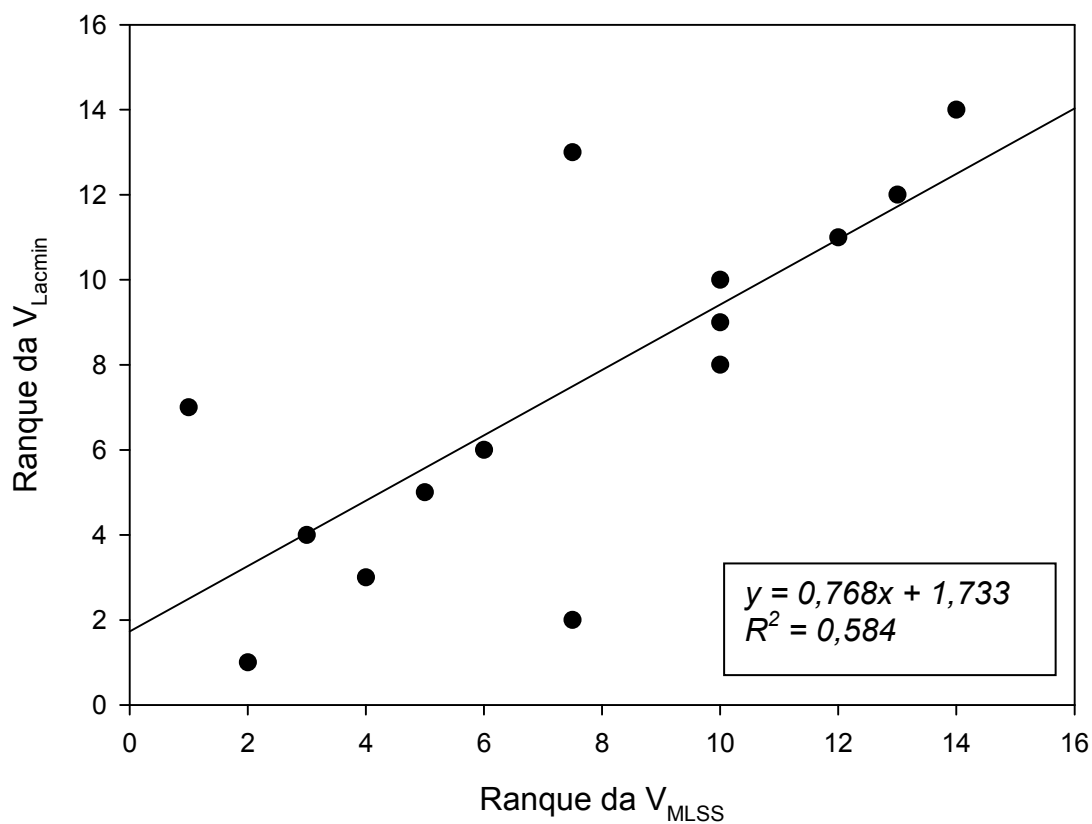


Figura 10. Gráfico da correlação de Spearman entre as V_{MFEL} e V_{Lacmin} . A correlação entre as variáveis foi significativa ($p < 0,05$) e o coeficiente de correlação de Spearman foi $\rho = 0,76$, indicando boa correlação.

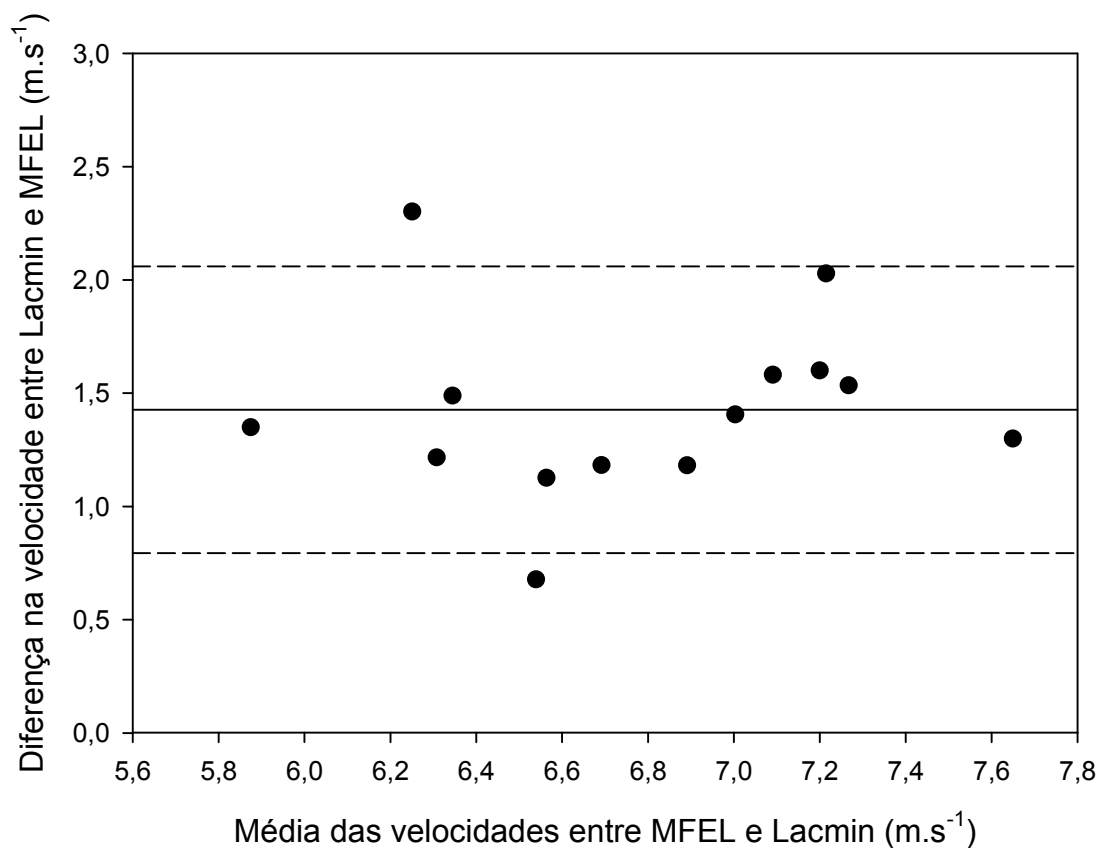


Figura 11. Diagrama de concordância de BLANT & ALTMAN comparando velocidades preditas pelos métodos da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL) e Teste do Lactato Mínimo (Lacmin). A linha sólida representa a Tendência (Bias) ou média das diferenças entre as metodologias. As linhas pontilhadas representam os Limites de Concordância de 95 % entre as duas metodologias, e refletem a extensão em qual é esperado que se diferencie as velocidades associadas ao limiar, quando medidas pelas duas metodologias.

2. Glicemia

Os resultados das glicemias obtidos para cada instante em cada animal no protocolo de intensidade progressiva pode ser visto no apêndice 3. Já no apêndice 4 pode-se observar as glicemias encontradas nos diferentes eqüinos no protocolo do Teste do Lactato Mínimo. Gráfico da média das glicemias no teste de intensidade progressiva é mostrado na figura 12, enquanto gráfico da média das glicemias no protocolo do Teste do Lactato Mínimo pode ser observado na figura 13. Seguindo as orientações de SIMÕES (2000), o limiar glicêmico pode ser calculado para treze dos quatorze eqüinos, tanto no protocolo de intensidade progressiva, quanto no protocolo do Teste do Lactato Mínimo. Isto se deveu a existência de dois valores de glicemia mínimos idênticos para duas velocidades diferentes. A tabela 6 e a figura 14 comparam as glicemias associadas aos limiares glicêmicos ($GLIC_{LGI}$ e $GLIC_{Glicmin}$). Já a tabela 7 e a figura 15 mostram a comparação entre as velocidades associadas aos limiares glicêmicos (V_{LGI} e $V_{Glicmin}$) e as velocidades associadas ao MFEL (V_{MFEL}). As médias e desvios-padrão das glicemias associadas aos dois limiares glicêmicos LGI e Glicmin foram $76,40 \pm 20,52$ e $89,58 \pm 20,78$ mg/dl e não diferiram estatisticamente. Já as médias e desvios-padrão das velocidades associadas a estes limiares (V_{LGI} e $V_{Glicmin}$), que foram $7,69 \pm 1,68$ e $8,31 \pm 1,64$ m/s, não diferiram entre si, porém diferiram da média das velocidades associadas ao MFEL (V_{MFEL}).

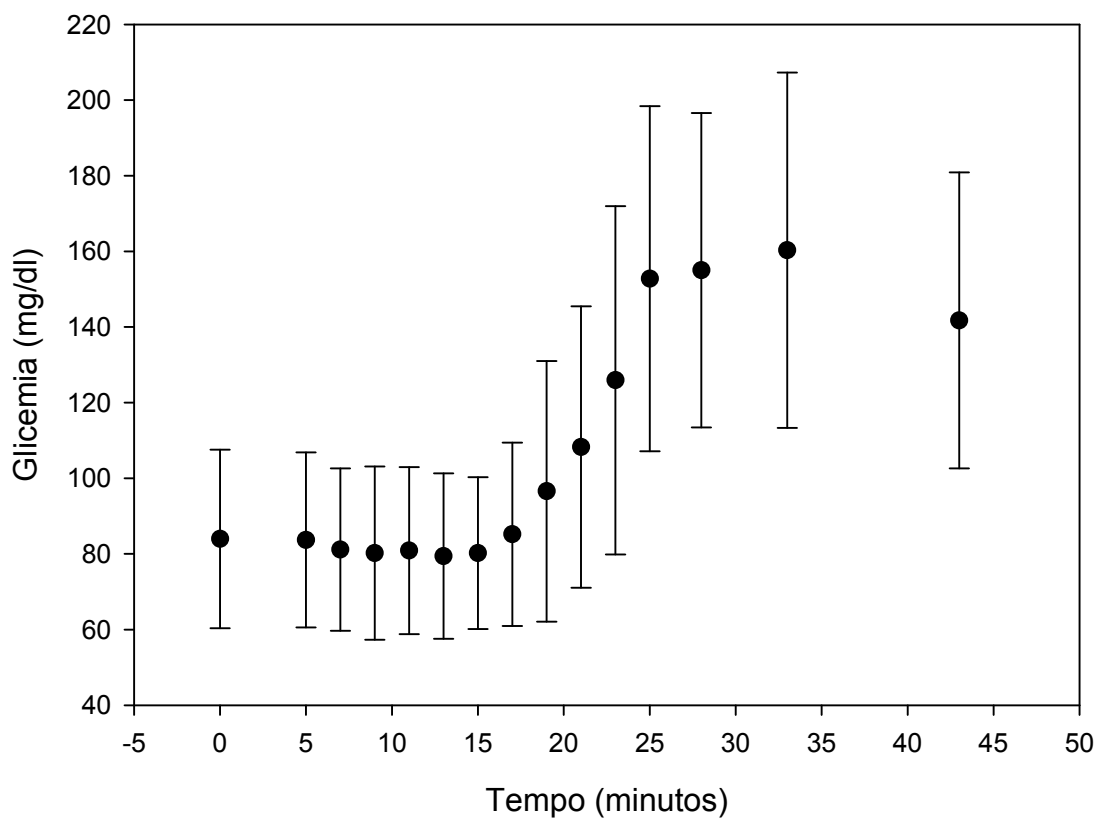


Figura 12. Gráfico das médias e desvios-padrão das glicemias de equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos a esforço de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho.

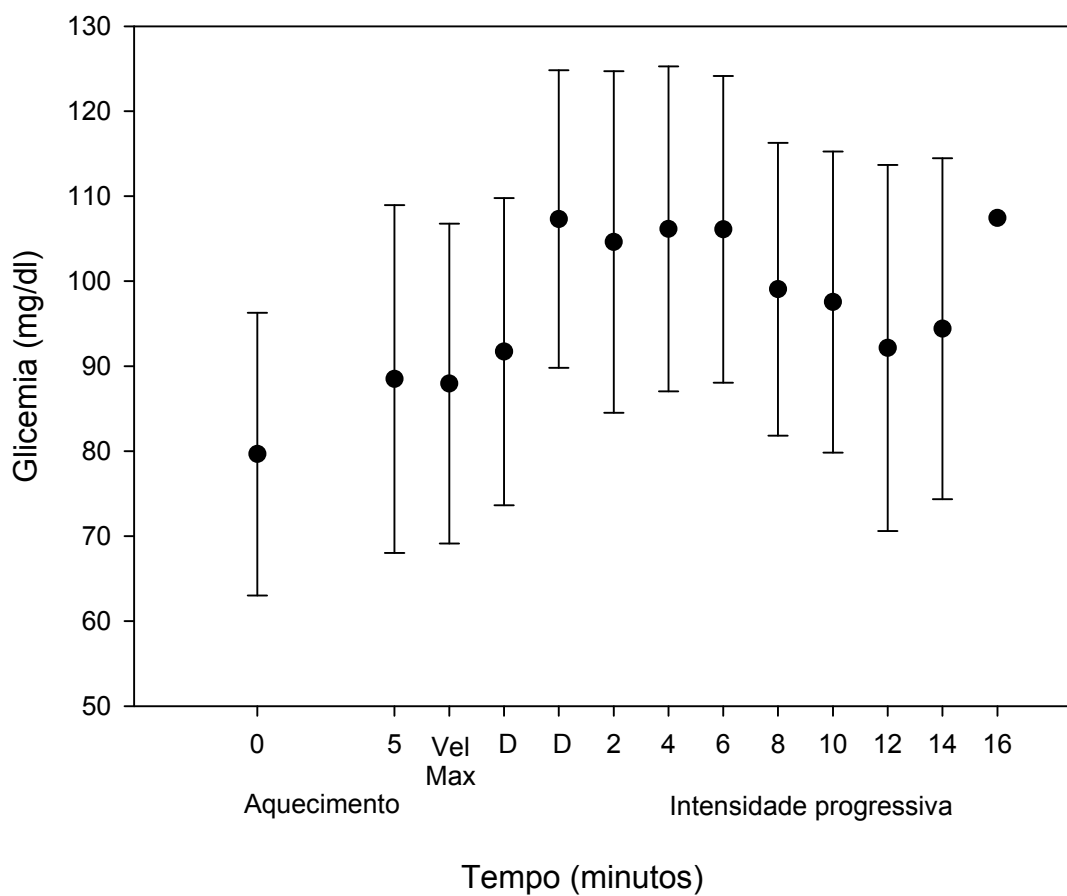


Figura 13. Gráfico das médias e desvios-padrão das glicemias de equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos ao Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) em esteira rolante de alto desempenho. Notam-se quatro fases distintas do teste: a primeira de Aquecimento (0 a 5 min); a segunda de provocação de hiperlactacidemia (Vel Max); a terceira de desaquecimento (D) e a quarta de intensidade progressiva.

Tabela 6. Comparação entre as glicemias (mg/dl) obtidas no Limiar Glicêmico Individual ($GLIC_{LGI}$) e no Glicemin ($GLIC_{Glicmin}$). Médias com letras iguais denotam falta de diferença estatística (Teste “t” de Student pareado, $p < 0,05$).

Animal	$GLIC_{LGI}$ (mg/dl)	$GLIC_{Glicmin}$ (mg/dl)
1	112,47	99,99
2	80,92	73,55
3	59,50	115,83
4	-	71,89
5	52,06	95,03
6	54,54	86,77
7	58,67	120,65
8	94,01	68,59
9	88,06	-
10	92,82	84,29
11	57,84	75,25
12	103,53	53,71
13	60,32	104,12
14	78,50	114,87
Média	76,40 ^A	89,58 ^A
DP	20,52	20,78

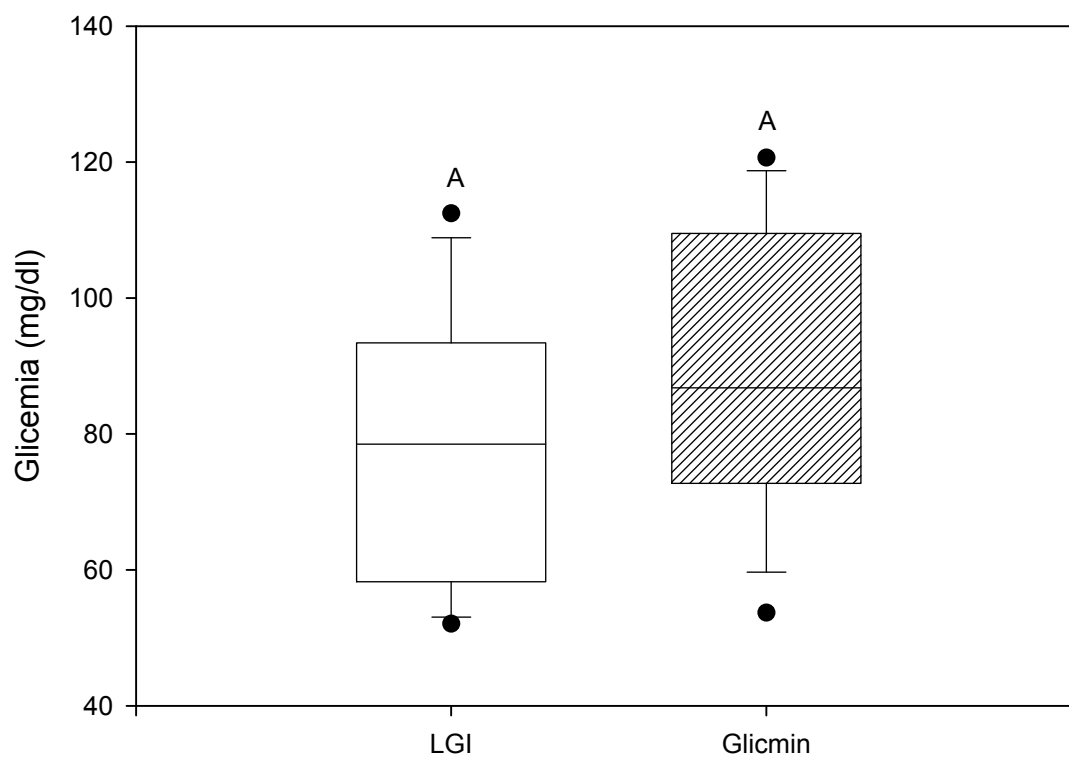


Figura 14. Gráfico das glicemias associadas ao Limiar Glicêmico Individual (LGI) e ao Glicmin. Médias com letras iguais denotam falta de diferença estatística (Teste “t” de Student pareado, $p < 0,05$).

Tabela 7. Comparação entre as velocidades (m/s) associadas aos limiares glicêmicos, Limiar Glicêmico Individual (V_{LGI}) e Glicmin ($V_{Glicmin}$), e a Máxima Fase Estável do Lactato (V_{MFEL}). Letras diferentes a frente das médias denotam diferença estatisticamente significativa (Teste de Duncan, $p < 0,05$).

Animal	V_{LGI} (m.s⁻¹)	$V_{Glicmin}$ (m.s⁻¹)	V_{MFEL} (m.s⁻¹)
1	8,00	7,00	5,10
2	6,00	8,00	6,30
3	5,00	7,00	6,20
4	-	10,00	6,30
5	8,00	7,00	6,00
6	10,00	9,00	5,60
7	6,00	9,00	6,50
8	8,00	9,00	5,20
9	10,00	-	6,40
10	9,00	9,00	6,30
11	7,00	4,00	5,70
12	9,00	9,00	6,10
13	5,00	10,00	7,00
14	9,00	10,00	6,20
Média	7,69 ^A	8,31 ^A	6,06 ^B
DP	1,68	1,64	0,49

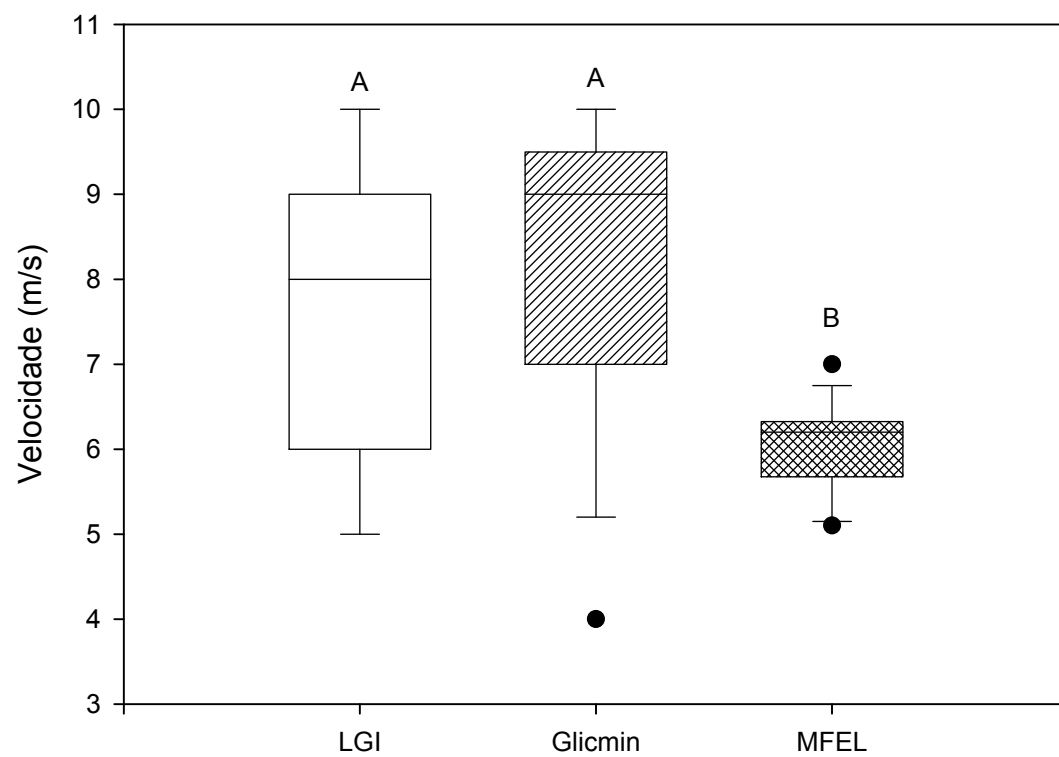


Figura 15. Gráfico das velocidades associadas ao Limiar Glicêmico Individual (LGI), ao Glicmin e a Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL). Letras diferentes acima dos boxes denotam diferença estatisticamente significativa (Teste de Duncan, $p < 0,05$).

IV. DISCUSSÃO

1. Teste de intensidade progressiva (V_2 , V_4 , LAI e LAI_{0,5})

Os valores médios e desvios-padrão da concentração de lactato sanguíneo encontrados em cavalos da Raça Puro Sangue Árabe em repouso por THOMASSIAN et al. (2005) foram de $1,7 \pm 0,1$ mmol/L. Já PICCIONE et al. (2004), trabalhando com Árabes e Anglo-árabes, encontraram valores basais de $0,7 \pm 0,1$ e $0,6 \pm 0,1$ respectivamente. No presente trabalho a média e desvio-padrão da lactacidemia basal foi de $0,36 \pm 0,09$ mmol/L.

Os valores basais bem mais baixos podem ser explicados por dois fatores. Primeiramente, THOMASSIAN et al. (2005) utilizaram sangue total enquanto no presente estudo foi utilizada somente a concentração de lactato plasmática já que não era adicionado lisante de células durante a mensuração da lactacidemia. De acordo com THIN et al. (1999), amostras mensuradas sem o uso de lisante produzem lactacidemias menores apesar de não produzirem velocidades associadas ao limiar de lactato diferentes. Estes achados sugerem então que, a concentração de lactato dentro das células sanguíneas é maior que a concentração plasmática nos momentos mensurados. PÖSÖ (1995) sugeriu que cavalos de bom desempenho produzem concentrações sanguíneas de lactato maiores pois tem sua capacidade de transporte desta molécula para os eritrócitos aumentada. E por isso sugere também que testes de desempenho devem ser realizados com concentrações de lactato plasmático, o que refletiria mais fidedignamente a dinâmica músculo/sangue do mesmo.

Ademais, FRANCHINI et al. (2004) demonstraram que a utilização de um aparelho portátil que se utiliza de fitas reagentes⁹ produz valores diferentes dos valores encontrados pelo lactímetro de mesa eletroenzimático¹⁰. Para valores abaixo de 5 mmol/L, nos que se enquadram os valores basais, o analisador de fita os superestima.

⁹ Accutred, Roche, Brasil.

¹⁰ YSI 1500 Sport L-Lactate Analyzer. YSI Incorporated, EUA.

Já que THOMASSIAN et al. (2005) utilizaram o lactímetro de fita isto também ajudaria a explicar a diferença de valores. PICCIONE et al. (2004) apesar de realizar os testes nas mesmas condições de THOMASSIAN et al. (2005), lactímetro portátil e concentrações de sangue totais, encontraram lactacidemias mais próximas das do presente estudo.

Para as lactacidemias durante o teste, PICCIONE et al. (2004) encontraram valores entre $0,8 \pm 0,1$ e $7,3 \pm 2,0$ mmol/L e para Anglo-Árabes jovens e $1,1 \pm 0,3$ e $8,5 \pm 0,7$ mmol/L para Árabes adultos. THOMASSIAN et al. (2005) encontraram lactacidemias entre $1,7 \pm 0,3$ e $14,7 \pm 3,9$ mmol/L. No teste de intensidade progressiva feito em esteira rolante os valores variaram de $0,46 \pm 0,16$ a $11,65 \pm 2,19$ mmol/L no presente trabalho, estando de acordo com os dados da literatura.

Quanto as V_4 , BAS et al. (2000) relatam que dados muito variados podem ser encontrados na literatura, e citam valores de 8,7 e 9,9 m/s para Trotadores Franceses, 13,8 e 14,0 m/s para PSI e de 5,9 a 11,1 m/s para Standardbreds obtidas por BARREY et al. (1989) como exemplo.

SEEHERMAN & MORRIS (1990), trabalhando com 10 eqüinos, encontraram média das V_4 de 5,4 m/s, mas utilizaram inclinação de esteira de 10%, resultando assim em velocidades de limiar menores.

Um estudo realizado com cavalos árabes com esteira a 6% (THOMASSIAN et al., 2005) reportou média das V_4 de 8 m/s. O tempo de treinamento do estudo relatado, 30 dias, provavelmente explica a diferença da média das V_4 quando comparadas às deste trabalho ($V_4 = 10,83 \pm 0,71$), que teve treinamento um pouco mais intenso e por tempo mais prolongado, 60 dias.

Esta comparação de resultados corrobora a literatura, que mostra que o teste de intensidade progressiva é protocolo dependente, ou seja, variações na combinação carga/tempo influem no resultado final, embora este protocolo seja capaz de detectar diferenças entre indivíduos não treinados e treinados (SVEDAHL & MACINTOSH, 2003).

Os resultados da lactacidemia no desaquecimento do teste de intensidade progressiva estão de acordo com a literatura eqüina, que mostra aumento da

concentração de lactato sanguíneo nos primeiros minutos e posterior diminuição destes valores (RASANEN et al, 1995).

2. Teste do Lactato Mínimo (Lacmin)

O teste do Lacmin mostrou-se exeqüível. O momento de hiperlactacidemia foi efetivo já que a lactacidemia dos animais subiu para $4,89 \pm 1,79$ mmol/L, muito além do basal. SIGNORI (2004), citado por LINDNER & BOFFI (2007), recomendou que para exercícios de alta intensidade e curta duração, deve-se fazer coletas de sangue em intervalos de 2 minutos até que a lactacidemia volte a cair, o que de acordo com o autor, ocorre ao redor dos 6 minutos após o exercício. No presente estudo, a lactacidemia teve seu pico aos $2,14 \pm 0,95$ minutos e voltou a cair em média $4,14 \pm 0,95$ minutos após o galope máximo, corroborando a literatura. O intervalo entre o término do galope máximo e o início do teste incremental foi de $5,86 \pm 0,53$ minutos em média. Este dado aproxima-se do realizado por TEGTBUR et al. (1993) em seu estudo pioneiro sobre o Lacmin em humanos, em que o intervalo entre a indução da lactacidemia e o início do teste incremental foi de oito minutos.

GONDIM et al. (2007), no único estudo sobre o protocolo Lacmin em eqüinos de nosso conhecimento, encontrou valores de pico e desvio-padrão de $8,20 \pm 0,70$ mmol/L, os quais estão acima dos encontrados no nosso estudo. Isto poderia ser explicado por dois fatores. Em primeiro lugar, o nível de capacidade anaeróbia genética dos animais estudados, já que o autor supracitado utilizou cinco cavalos, sendo um meio sangue quarto de milha e dois anglo-árabes, cavalos com percentual maior de fibras musculares de contração rápida (MARLIN & NANKERVIS, 2002), o que possibilitaria galope máximo em velocidades muito maiores que as alcançadas no presente estudo. Outro fator seriam as diferenças metodológicas como condições laboratoriais ou de campo, tipo de terreno, condições climáticas, etc.

O tempo para o pico de lactacidemia neste experimento foi de $4,14 \pm 0,94$ minutos, o que de certa forma está de acordo com o encontrado por GONDIM et al. (2007) que foi de $5,80 \pm 6,09$ minutos. Nota-se desvio-padrão muito mais elevado no

trabalho de GONDIM et al. (2007), que utilizou cinco animais, se comparado a este provavelmente pela heterogeneidade de raças e tempo de treinamento prévio utilizado pelo pesquisador.

Os valores de V_{Lacmin} encontrados foram de $7,49 \pm 0,55 \text{ m.s}^{-1}$ o que são valores altos se comparados a atletas humanos, mesmo de alto desempenho (HELGERUD et al., 1990). Comparados aos resultados obtidos por GONDIM et al. (2007), $5,76 \pm 0,57 \text{ m.s}^{-1}$, os resultados aproximam-se, mas ainda continuam maiores. Isto poderia ser explicado novamente pela genética dos animais, sendo que os animais deste estudo, por serem Puro Sangue Árabe, possuiriam capacidade aeróbia maior (MARLIN & NANKERVIS, 2002).

3. Teste da Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL)

As diferenças utilizadas nas velocidades entre as seções foi de 5% da V_{Lacmin} . Estas diferenças de velocidade estão de acordo com as diferenças empregadas por TEGTBUR et al. (1993), de 4,5 a 5,2 % da V_{Lacmin} .

Trabalhos contendo testes de intensidade constante com cavalos foram realizados (LINDNER, 1996; GONDIM et al., 2007). O presente trabalho encontrou média das V_{MLLS} e desvio-padrão de $6,06 \pm 0,5 \text{ m/s}$, valores menores que $8,1 \pm 0,5 \text{ m/s}$ achados por LINDNER (1996). Isto poderia ser explicado pela menor inclinação de esteira que o autor utilizou, ou seja, 3%.

Quanto a lactacidemia durante os minutos de não variação de mais de 1 mmol/L, LINDNER (1996) encontrou variação entre 1,5 e 2,5 mmol/L, valores diferentes da faixa entre $0,74 \pm 0,33$ e $1,69 \pm 0,93$. Isto pode ser explicado novamente pela utilização da lactacidemia sangüínea pelo autor enquanto o presente estudo utilizou lactacidemia plasmática.

4. Comparação entre os testes

Como já citado, equipes de renome internacional, utilizam valores menores que a V_4 para o treinamento de cavalos. Além disso, LINDNER (1996) provou que a justificativa de que cargas de exercícios em que a lactacidemia é 4,0 mmol/L seria o LA, não se aplica a eqüinos. Os resultados deste experimento vêm a corroborar estes achados.

LINDNER (2000) faz algumas recomendações para testes incrementais para eqüinos. Uma das recomendações não seguidas pelo presente estudo e que de acordo com LINDNER & BOFFI (2007) produz diferenças nas velocidades resultantes é a duração de 5 minutos de cada estágio. Apesar destas recomendações, testes com estágios indo de um a cinco minutos podem ser encontrados na literatura (THOMASSIAN et al., 2005; SMEKAL, 2002) além de testes com distâncias e não tempo fixos (PICCIONE et al., 2004; DAVIE & EVANS, 2000). Estágios com maior duração aumentariam o tempo total do teste, mas certamente produziriam velocidades associadas a limiares lactacidêmicos fixos (V_2 e V_4) menores (KÖSTER, 1996, citado por LINDNER & BOFFI, 2007).

O LAI é totalmente protocolo dependente, sendo que o ponto de início do teste de intensidade progressiva (SVEDAHL & MACINTOSH, 2002), duração dos estágios (MCLELLAN et al., 1985) e ponto final do teste (MCLELLAN et al., 1991; URHAUSEN et al., 1993) influem decisivamente no teste. Provavelmente ajustes nestes aspectos do protocolo provocariam melhor predição da MFEL em eqüinos. Outra crítica feita ao LAI refere-se à premissa assumida pelo teste, de que a lactacidemia no LA diminui com o aumento da capacidade aeróbia (STEGMANN, 1981). Contudo, como afirma DENADAI et al. (2004), os mecanismos fisiológicos e provas experimentais de tal fato ainda não estão consolidados.

Uma adaptação realizada por nossa equipe ao protocolo original de STEGMANN et al. (1981) e que certamente influencia a cinética lactacidêmica é o método de desaquecimento. Enquanto aqueles autores utilizaram-se da recuperação passiva, o

presente trabalho utilizou recuperação ativa, o que certamente influencia a concentração plasmática de lactato ao longo do tempo.

Para humanos, apesar de muitas opiniões contrárias acerca dos testes, SVEDAHL & MACINTOSH (2002) consideram o Lacmin como sendo um método válido para estimar o MFEL, afirmando o que teorizaram TEGTBUR et al. (1993).

TEGTBUR et al. (1993), confirmaram seus achados realizando teste de intensidade constante em atletas de endurance, observando que em corridas de 8 km em intensidades correspondentes ao Lacmin, houve aumento de somente $0,4 \pm 0,4$ mmol/L na lactacidemia nos últimos 4,8 km. Além disso, os mesmos autores relataram que aumento de 0,2 m/s na velocidade, produziu aumento de $1,9 \pm 1,1$ mmol/L na lactacidemia nos últimos quilômetros do teste. No presente estudo, apesar de não haver diferença significativa entre as médias das velocidades associadas ao Lacmin e ao MFEL, isto não ocorreu, já que nenhum dos 14 eqüinos foi capaz de sustentar velocidades iguais as associadas ao Lacmin, sem aumentar sua lactacidemia em 1,0 mmol/L nos últimos 20 minutos do teste constante.

O coeficiente de correlação de Spearman ($\rho=0,76$) entre a V_{Lacmin} e V_{MFEL} encontrado no presente experimento mostra boa correlação, e é maior que a medida por JONES & DOUST (1998) em humanos (Coeficiente de correlação de Pearson, $r = 0,61$). Estes mesmos autores relataram diferença significativa entre a V_{Lacmin} e V_{MFEL} . Isto mostra a boa adaptação do protocolo do Lacmin para eqüinos.

A Tendência (Bias) e os Limites de Concordância de 95%, propostos por BLAND & ALTMAN (1986), foram de 1,43; 0,79 e 2,05 respectivamente. Estes valores podem ser considerados altos, indicando baixa concordância já que 1 a 2 m/s representa uma importante diferença seja para comparação de capacidade competitiva ou prescrição de intensidade de treinamento. Estes resultados demonstram que, apesar de não haver diferença estatística e boa correlação entre as velocidades associadas ao Lacmin e MFEL, ajustes finos no protocolo do Lacmin em esteira rolante ainda são necessários para predição de velocidades mais próximas às preditas pelo MFEL.

Como afirmado pela literatura (TEGTBUR et al., 1993; FOXDAL et al., 1996), o resultado do Lacmin é dependente da duração dos estágios de intensidade progressiva,

sendo assim, isto poderia ser um dos motivos da fraca concordância entre a V_{Lacmin} e a V_{MFEL} , além da não sustentação da velocidade associada ao Lacmin no teste de intensidade constante.

Em um estudo sobre a confiabilidade do Lacmin, CARTER et al. (1999) comprovaram que este protocolo sofre influências da velocidade inicial da fase de intensidades progressivas. Isto também poderia explicar a concordância encontrada entre as velocidades associadas ao Lacmin e a MFEL.

Provavelmente, pequenos ajustes na velocidade inicial e no tempo de duração dos estágios da fase progressiva do Lacmin, aumentariam a concordância entre as velocidades associadas ao próprio e a MFEL.

Outro fator que poderia explicar minimamente as diferenças encontradas entre os testes é a não randomização da ordem de execução dos mesmos, que ocorreu no presente trabalho por dificuldades operacionais relacionadas à duração diferenciada dos testes, que variou de um a dez dias.

5. Limiares glicêmicos

Para humanos, alguns pesquisadores têm relatado que a glicemia acompanha a lactacidemia em seu comportamento e, portanto seria possível aferir o LA por meio de dosagens glicêmicas (SIMÕES et al., 1998; SIMÕES et al., 2003). Isto também foi relatado em eqüinos (FERRAZ, 2007). O presente trabalho obteve sucesso em identificar uma intensidade limiar pelo método de menor glicemia (SIMÕES et al., 1998), apesar das intensidades diferirem estatisticamente da V_{MFEL} . Além disso, em alguns animais, não foi possível a determinação do limiar glicêmico. Estes achados poderiam ser parcialmente explicados pelo fato da metodologia empregada na mensuração da glicemia não ser a eletroenzimática, como foi a de SIMÕES et al. (1998/2003). A não exeqüibilidade do teste por diferenças na metodologia de dosagem glicêmica já foi relatada pelos mesmos autores, ao se referirem aos glicosímetros de fita (SIMÕES, 2000).

Um questionamento a cerca da metodologia empregada por FERRAZ (2007) e preconizada por SIMÕES (2000) advém da própria definição feita do limiar glicêmico por este autor: “a menor glicemia ou o momento em que a glicemia apresenta um aumento importante durante o teste”. O primeiro quesito de identificação - a menor glicemia - parece-nos objetivo e foi aqui utilizada; porém, o segundo - o momento em que a glicemia apresenta um aumento importante - parece-nos passível de subjetividade.

Apesar de não interferir com os testes lactacidêmicos (LINDNER & BOFFI, 2007), o tempo da última refeição antes do teste afeta muito o teste glicêmico (SIMÕES, 2000). O mesmo autor relata que os Limiares Glicêmicos podem ser influenciados pelo ciclo circadiano a que o organismo está acostumado. Embora o tempo de refeição antes dos testes ter sido controlado neste experimento (3h), não houve controle a cerca do horário do dia em que o teste foi realizado, o que pode ter contribuído para o grande coeficiente de variação dos dados e a baixa correlação entre as velocidades associadas a tais limiares e a V_{MFEL} .

V. CONCLUSÕES

O protocolo LAI_{0,5} mostrou-se plenamente exeqüível. O protocolo LAI demonstrou-se parcialmente exeqüível, já que em alguns cavalos sua mensuração não foi possível. Os Limiares Glicêmicos também se mostraram parcialmente exeqüíveis, além de mostrarem respostas com coeficientes de variação muito altos. O Lacmin provou-se exeqüível em esteira rolante de alto desempenho para eqüinos. A Máxima Fase Estável do Lactato (MFEL) foi atingida em valores lactacidêmicos menores que o citado na literatura eqüina, possivelmente pela aferição da lactacidemia plasmática, e não sangüínea.

Utilizando-se os protocolos aqui descritos, o único teste capaz de predizer velocidades sem diferença estatística da V_{MFEL} em eqüinos foi o Lacmin. Apesar de predizer velocidades bem correlacionadas com as V_{MFEL} ($\rho=0,76$), o Lacmin não apresentou velocidades com boa concordância com as V_{MFEL} . Isso poderia provavelmente ser resolvido com ajustes finos nas relações carga/tempo do teste.

VI. REFERÊNCIAS

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.

AUNOLA, S.; RUSKO, H. Does anaerobic threshold correlate with maximal lactate steady-state? **Journal of Sports Sciences**, v. 10, n. 4, p. 309-323, 1992.

BALDARI, C.; GUIDETTI, L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 32, n. 10, p. 1798-1802, 2000.

BARREY, E.; GALLOUX, P.; VALETTE, J. P.; AUVINET, B.; WOLTER, R. Determination of the optimal treadmill slope for reproducing the same cardiac response in saddle horses as overground exercise conditions. **Veterinary Record**, v. 133, n. 8, p. 183-185, 1993.

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

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.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, p. 307-310, 1986.

BOFFI, F. M. Metabolismos enerjéticos y ejercicio. In: _____. **Fisiologia del ejercicio en equinos**. Buenos Aires: Inter-médica Editorial, 2007. 302p.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 6, p. 837-845, 1999.

CHASSAIN, A. P.; DAURIAC, E.; BLANC, P.; ANTONINI, M. T.; NICOLAS, A.; VILLENEUVE, P.; MARQUET, P.; DALMAY, F.; VALADE, M. Blood lactate in the steeplechase horse: triangular and rectangular series of steps during short duration races. **Archives internationales de physiologie, de biochimie et de biophysique**, v. 100, n. 5, p. 369-374, 1992.

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.

CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P. G.; DROGHETTI, P. e CODECA, L. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. **Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental & Exercise Physiology**, v. 52, n. 4, p. 869-873, 1982.

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.

DAVIE, A. L.; EVANS, D. J. Blood lactate responses to submaximal field exercise tests in thoroughbred horses. **Veterinary Journal**, v. 159, n. 3, p. 252-258, 2000.

DENADAI, B. S.; FIGUEIRA, T. R.; FAVARO, O. R. P.; GONÇALVES, M. Effect of the aerobic capacity in the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, p. 1551-1556, 2004.

EATON, M.D. Energetics and performance. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J.; **The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine**. Philadelphia: W B Saunders. 1994. p. 49-62.

EVANS, D. L.; HARRIS, R. C. e SNOW, D. H. Correlation of racing performance with blood lactate and heart rate after exercise in thoroughbred horses. **Equine Veterinary Journal**, v. 25, n. 5, p. 441-445, 1993.

EXTON, J. H. Mechanisms involved in alpha-adrenergic effects of catecholamines on liver metabolism. **Journal of Cyclic Nucleotide Research**, v. 5, n. 4, p. 277-87, 1979.

FERNANDEZ GUERRA, J.; MONTEMAYOR RUBIO, J.; BAUTISTA LORITE, J.; MARQUEZ, R.; JIMENEZ, L.; ORTEGA RUIZ, F. e CASTILLO GOMEZ, J. Accuracy and validity of the lactic threshold compared to other noninvasive methods of measuring the anaerobic threshold in patients with metabolic myopathies. **Archivos de bronconeumología**, v. 32, n. 4, p. 176-182, 1996.

FERRAZ, G. C. **Efeitos da suplementação com creatinina e da administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol sobre o desempenho de cavalos puro sangue árabe em provas de longa e curta duração**. Dissertação (Doutorado Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007

FERRAZ, G. C.; TEIXEIRA NETO, A. R.; D'ANGELIS, F. H. F.; LACERDA NETO, J. C.; QUEIROZ NETO, A. Long-term creatine supplementation improves the aerobic capacity of horses. **Ciência Rural**, v. 36, p. 514-519, 2006.

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

FOXDAL, P.; SJODIN, A.; SJODIN, B. Comparison of blood lactate concentrations obtained during incremental and constant intensity exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 17, n. 5, p. 360-365, 1996.

FRANCHINI, E.; MATSUSHIGUE, K. A.; COLANTONIO, E.; KISS, M. A. P. D. Comparação dos analisadores de lactato accusport e yellow springs. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 1. p. 39-44, 2004.

GONDIM, F. J.; ZOPPI, C. C.; PEREIRA-DA-SILVA, L.; DE 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.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R. e HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/L lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 3, p. 117-130, 1985.

HELGERUD, J.; INGJER, F.; STRØMME, S. B. Sex differences in performance-matched marathon runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61, n. 5-6, p. 433-439, 1990.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 30, n. 8, p. 1304-1313, 1998.

LINDNER, A. Determination of Maximal Lactate Steady State in Blood of Horses. **American Association of Equine Practitioners (AAEP) Proceedings**, v. 42, 1996.

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.

LOAT, C. E.; RHODES, E. C. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. **Sports Medicine**., v. 15, n. 2, p. 104-115, 1993.

MARLIN, D.; NANKEVIS, K. **Equine exercise physiology**. Oxford: Blackwell Publishing, 2002. 296p.

MCLELLAN, T. M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **International Journal of Sports Medicine**, v. 6, n. 1, p. 30-35, 1985.

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.

MCLELLAN, T. M.; CHEUNG, K. S.; JACOBS, I. Incremental test protocol, recovery mode and the individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 12, n. 2, p. 190-195, 1991.

MCLELLAN, T. M.; JACOBS, I. Reliability, reproducibility and validity of the individual anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology**, v. 67, n. 2, p. 125-131, 1993.

MCMORRIS, T.; SPROULE, J.; DRAPER, S.; CHILD, R.; SEXSMITH, J. R.; FORSTER, C. D.; PATTISON, J. The measurement of plasma catecholamine and lactate thresholds: a comparison of methods. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 4, p. 262-267, 2000.

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, p. 25-31, 1998.

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.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients Requirements of Horses**. Washington, D. C., National Academy of Sciences, 1989, 100p.

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.

PERSSON, S. G. B. Analysis of fitness and state of training. In: **Equine Exercise Physiology**. Cambridge: Granta Editions. 1983.

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.; ASSENZA, A.; FAZIO, F.; PERCIPALLE, M.; CAOLA, G. Assesment of anaerobic treshhold in the galloper using a standardised exercise field test. **Veterinary Medicine – Czech**, v. 49, n. 8, p. 291-297, 2004.

POOLE, R. C.; HALESTRAP, A. P. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. **American Journal of Physiology and Cell Physiology**, v. 264, p. 761-782, 1993.

PORT, K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. **International Journal of Sports Medicine**, v. 12, n. 5, p. 490-494, 1991.

PÖSÖ, A.R.; LAMPINEN, K. J.; RASANEN, L. A. Distribution of lactate between red blood cells and plasma after exercise, **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 18, p. 231, 1995.

PRUSACZYK, W. K.; JACOBS, I.; BOWDEN, T.; MCLELLAN, T. M. A computational method for determination of the individual anaerobic threshold. **Computers in Biology & Medicine**, v. 23, n. 4, p. 327-331, 1993.

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 Journal of Veterinary Research**, v. 56, n. 12, p. 1651-1656, 1995.

RIBEIRO, J. P.; YANG, J.; ADAMS, R. P.; KUCA, B.; KNUTTEN, H. G. Effect of different incremental exercise protocols on the determination of lactate and ventilatory thresholds. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 19, n. 1, p. 109-117, 1986.

SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3 ed. Belo Horizonte: FEPMVZ-Editora, 2007. 264p.

SCHNABEL, A.; KINDERMANN, W.; SCHMITT, W. M.; BIRO, G.; STEGMANN, H. Hormonal and metabolic consequences of prolonged running at the individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports and Medicine**, v. 3, p. 163-168, 1982.

SEEHERRMAN, H. J.; MORRIS, E. A. Application of a standardised treadmill exercise test for clinical evaluation of fitness in 10 thoroughbred racehorses. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 9, p. 26-34, 1990.

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.

SIMÕES, H. G.; GRUBERT CAMPBELL, C. S.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for

individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 80, n. 1, p. 34-40, 1999.

SIMÕES, H. G. Limiar glicêmico. In: DENADAI, S. B. **Avaliação aeróbia – Determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000. 154p.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, C.S.; KUSHNICK, M. R.; NAKAMURA, A.; KATSANOS, C. S.; BALDISSERA, V.; MOFFATT, R. J. Blood glucose threshold and the metabolic responses to incremental exercise tests with and without prior lactic acidosis induction. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 6, p. 603-611, 2003.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M. M.; CLAYTON, H. M. Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v. 30, p. 645-647, 1999.

SMEKAL, G.; SCHARL, A.; VON DUVILLARD, S. P.; POKAN, R.; BACA, A.; BARON, R.; TSCHAN, H.; HOFMANN, P.; BACHL, N. Accuracy of neuro-fuzzy logic and regression calculations in determining maximal lactate steady-state power output from incremental tests in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 264-274, 2002.

SMITH, M. F.; BALMER, J.; COLEMAN, D. A.; BIRD, S. R.; DAVISON, R. C. Method of lactate elevation does not affect the determination of the lactate minimum. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1744-1749, 2002.

SPURWAY, N. C. Aerobic exercise, anaerobic exercise and the lactate threshold. **British Medical Bulletin**, v. 48, n. 3, p. 569-591, 1992.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v. 2, n. 3, p. 160-165, 1981.

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.

TEGTBUR, U; BUSSE, M. W.; BRAUMANN. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 25, p. 620-627, 1993.

THIN, A. G.; HAMZAH, Z.; FITZGERALD, M. X.; MCLOUGHLIN, P.; FREANEY, R. Lactate determination in exercise testing using an electrochemical analyser: with or without blood lysis? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 79, n. 2, p. 155-159, 1999.

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 V_4 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.

training in Andalusian and Anglo-Arabian horses. **Research in Veterinary Science**, v. 66, p. 25-31, 1998.

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.

URHAUSEN, A.; COEN, B.; WEILER, B.; KINDERMANN, W. Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine**, v. 5, p. 134-139, 1993.

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.

Apêndice 1. Concentrações de lactato plasmático observadas em equinos da raça Puro Sangue Árabe submetidos a esforço de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho, para o cálculo da V_2 , V_4 , do LAI e do LAI_{0,5}.

Animal	Basal	Aquec	Lactacidemia (mmol/l) referente as seguintes velocidades (m/s)									Lactacidemia (mmol/l) referente aos seguintes tempos de recuperação (min)			
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	2	5	10	20
1	0,40	0,31	0,64	0,98	1,39	2,18	3,92	6,90	10,04	13,50	*	-	14,31	13,96	12,48
2	0,40	0,20	0,39	0,39	0,39	0,51	0,82	2,02	4,66	8,73	*	9,81	9,33	8,09	6,00
3	0,41	0,18	0,29	0,27	0,34	0,52	0,82	1,38	3,14	5,60	10,70	12,25	14,14	12,92	-
4	0,30	0,19	0,29	0,37	0,48	0,61	0,85	1,47	2,75	4,84	8,04	8,41	7,29	5,71	3,57
5	0,28	0,24	0,28	0,36	0,45	0,70	1,25	2,12	3,75	6,31	10,33	10,06	9,27	8,72	5,96
6	0,29	0,19	0,34	0,59	0,90	1,26	2,02	3,17	4,40	8,12	12,46	15,62	14,85	14,45	12,99
7	0,38	0,40	0,58	0,64	0,63	0,79	1,27	1,87	3,86	6,50	10,51	13,10	12,78	12,20	10,87
8	0,40	0,26	0,41	0,52	0,65	1,28	2,35	3,71	6,18	9,61	*	9,89	9,26	8,27	5,83
9	0,20	0,20	0,41	0,55	0,65	0,83	1,36	2,29	4,02	9,98	10,72	12,09	11,94	10,71	8,32
10	0,54	0,34	0,34	0,37	0,45	0,67	1,32	2,45	4,79	8,40	*	8,93	8,35	7,35	4,87
11	0,49	0,30	0,67	0,58	0,55	1,40	2,15	3,29	5,29	11,09	*	12,03	11,33	10,18	7,36
12	0,28	0,21	0,45	0,59	0,53	0,76	1,26	2,17	3,87	6,93	11,40	13,34	12,68	12,00	10,48
13	0,35	0,40	0,55	0,56	0,53	0,64	0,96	1,47	2,52	4,75	8,38	11,21	10,93	10,35	8,13
14	0,45	0,36	0,77	0,59	0,53	0,72	1,12	2,05	3,71	6,65	10,24	14,67	12,33	14,59	13,02
Média	0,37	0,27	0,46	0,53	0,61	0,92	1,53	2,60	4,50	7,93	10,31	11,65	11,34	10,68	8,45
DP	0,09	0,08	0,16	0,17	0,26	0,46	0,84	1,42	1,87	2,50	1,37	2,19	2,36	2,80	3,22

Aquec – Aquecimento. *Animais não sustentaram a velocidade de 13 m/s.

Apêndice 2. Concentrações de lactato plasmático observadas em animais da raça Puro Sangue Árabe submetidos a protocolo do Ponto de Lactato Mínimo (Lacmin) em esteira rolante de alto desempenho.

Animal	Lactacidemia (mmol/l) referente as seguintes velocidades (m/s)									
	Basal	Aquecimento	Pico	5	6	7	8	9	10	11
1	0,48	0,27	5,08	3,69	2,47	1,99	2,01	2,69		
2	0,37	0,24	3,00	0,97	0,70	0,55	0,57	0,70		
3	0,37	0,30	2,53	0,91	0,51	0,56	0,61			
4	0,35	0,21	5,37	3,02	1,69	0,69	0,79	1,18		
5	0,40	0,30	3,33	1,54	1,04	0,82	1,02	1,36		
6	0,49	0,28	3,99	1,94	1,18	0,95	1,22	1,73		
7	0,33	0,34	5,14	4,10	2,73	1,91	1,60	1,78	2,68	
8	0,26	0,26	3,35	1,32	0,87	0,75	1,28			
9	0,30	0,21	6,06	4,49	2,27	1,45	1,35	1,61	2,45	
10	0,45	0,37	6,83	4,66	3,01	1,94	1,66	2,00	3,35	
11	0,31	0,41	3,57	1,74	1,14	0,90	1,04	2,00		
12	0,68	0,38	4,31	2,21	1,33	1,04	1,04	1,55	2,84	
13	0,34	0,34	8,60	8,04	5,41	3,56	2,94	2,71	3,70	6,62
14	0,35	0,40	7,24	5,48	3,54	2,20	1,73	2,26	2,76	
Média	0,39	0,31	4,89	3,15	1,99	1,38	1,35	1,80	2,96	6,62
DP	0,11	0,07	1,79	2,05	1,36	0,85	0,62	0,59	0,47	

Apêndice 3. Glicemias (mg/dl), médias e desvios-padrão, de equinos da raça Puro Sangue Árabe, submetidos a teste de intensidade progressiva em esteira rolante de alto desempenho.

Animal	Basal	Aquec	Velocidade (m/s)										Minutos de desaquecimento			
			5	6	7	8	9	10	11	12	13	2'	5'	10'	20'	
1	113,05	114,24	113,05	121,91	119,00	112,47	120,19	141,61	198,73	215,39	253,47	265,37	233,24	262,99		
2	82,11	88,06	85,68	80,92	85,68	86,87	84,49	91,63	100,56	110,67	141,61	171,36	142,80	151,13	148,75	
3	64,45	57,84	59,50	61,98	61,98	61,15	70,24	73,55	79,33	92,55	105,77	143,79	149,57	138,00	130,57	
4	71,89	60,32	57,02	47,10	52,10	47,10	46,27	47,10	49,58	57,84	72,72	90,90	99,16	95,86	83,46	
5	73,55	72,72	71,89	74,37	71,89	52,06	66,11	74,37	90,90	107,43	109,08	123,13	138,00	117,82	127,74	
6	61,98	66,11	63,63	61,89	60,32	67,76	60,32	54,54	84,29	95,03	102,47	110,73	113,21	166,93	147,92	
7	57,84	53,71	60,32	58,67	62,80	68,59	72,72	80,16	88,42	103,30	108,25	149,57	151,23	138,00	137,18	
8	98,77	107,10	98,77	99,96	96,39	94,01	103,53	103,53	115,43	133,28	173,74	180,88	183,86	196,35		
9	117,81	119,00	110,67	97,58	99,96	96,39	90,44	88,06	96,39	103,53	128,52	188,02	197,54	190,40	218,96	
10	99,96	99,96	95,20	98,77	101,15	104,72	92,82	104,72	101,15	114,24	139,23	149,94	138,04	168,98		
11	60,32	68,59	63,63	59,50	57,84	61,98	68,59	66,11	69,41	72,72	77,68	99,16	107,43	101,64	104,95	
12	124,95	111,86	111,86	113,05	114,24	110,67	103,53	108,29	119,00	134,47	148,75	196,35	227,29	226,10	201,11	
13	57,84	64,45	60,32	63,63	66,93	63,63	65,28	74,37	75,20	83,43	93,38	134,70	131,39	128,91	116,52	
14	90,90	87,59	84,29	83,46	81,81	84,29	78,50	84,29	83,46	91,73	108,25	134,70	157,01	161,14	142,14	
Médias	83,96	83,68	81,13	80,20	80,86	79,41	80,22	85,17	96,56	108,26	125,92	152,76	154,98	160,30	141,75	
DP	23,60	23,14	21,46	22,92	22,10	21,88	20,06	24,23	34,48	37,21	46,07	45,62	41,55	46,96	39,12	

Aquec – Aquecimento.

Apêndice 4. Glicemias (mg/dl), médias e desvios-padrão, de eqüinos da raça Puro Sangue Árabe, submetidos a teste do Teste do Lactato Mínimo (Lacmin) em esteira rolante de alto desempenho.

Animal	Basal	Aquec	Galope	Velocidade (m/s)									
				4	5	6	7	8	9	10	11		
1	71,89	87,59	83,46	133,87	125,61	118,17	99,99	106,60	110,73				
2	64,45	65,28	77,68	107,43	105,77	80,98	78,50	73,55					
3	102,14	106,35	98,98	127,41	126,36	122,14	115,83	121,09					
4	79,33	71,07	78,50	76,02	89,25	90,90	85,94	87,59	76,85	71,89			
5	126,36	135,83	124,25	107,40	132,67	129,51	95,03	101,64	98,34				
6	80,98	82,64	86,77	100,82	97,51	105,77	104,95	98,34	86,77				
7	77,68	97,51	89,25	128,91	125,61	129,74	123,96	123,13	120,65	123,13			
8	63,63	65,28	70,24	83,46	86,77	87,59	85,94	81,81	68,59	90,90			
9	70,24	79,33	68,59	89,25	85,11	85,11	99,99	88,42	85,11	83,46			
10	69,41	118,17	130,57	96,68	90,07	97,51	99,99	97,51	84,29	100,82			
11	79,33	84,29	88,42	75,25	91,73	90,07	89,25	92,55	84,29				
12	71,89	93,38	70,24	94,21	81,81	102,47	68,59	64,45	53,71	66,11			
13	71,89	70,24	76,85	114,04	122,30	113,21	107,43	108,25	111,56	104,12	107,43		
14	85,94	81,81	87,59	129,74	125,61	132,22	131,39	120,65	124,78	114,87			
Médias	79,65	88,48	87,96	104,61	106,16	106,10	99,06	97,54	92,14	94,41	107,43		
DP	16,63	20,46	18,81	20,10	19,11	18,04	17,24	17,72	21,55	20,07			

Aquec – Aquecimento