

COMPARAÇÃO ENTRE DIFERENTES MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA VELOCIDADE DE LIMIAR DE LACTATO

Diego Ramos do Nascimento^{1,2}, Thiago Coelho Oliva Boligan², Luciano Vaz de Melo², Gabriel da Costa Fernandes Vieira², Paulo Roberto Campos de Figueiredo².

RESUMO

O Limiar Anaeróbio, hoje, é uma das variáveis mais investigadas dentro do contexto da fisiologia do exercício aplicada ao alto rendimento, devido a sua interpretação e aplicabilidade. No futebol, que é um esporte de atividade intermitente, as ações de alta intensidade são aquelas que podem determinar o resultado de uma partida, sendo assim a Velocidade do Limiar Anaeróbio (vLAN) é uma importante ferramenta, tendo esta, alguns protocolos de mensuração diferentes entre si. Portanto, o presente estudo teve como objetivo comparar diferentes métodos de avaliação da Velocidade de Limiar de Lactato. A amostra foi constituída por 19 futebolistas juniores, indivíduos treinados, com média de idade de $18,29 \pm 0,47$ anos, altura média de $177,57 \pm 6,10$ Cm e massa corporal total média de $73,26 \pm 8,18$ Kg. A vLAN foi determinada pelos métodos propostos por Weltman e pela Lactatemia Direta proposta por Mader. A vLAN através do método proposto por Weltman encontrou média de $13,58 \pm 0,90$ Km/h, e através da Lactatemia Direta proposta por Mader, mostrou média de $12,68 \pm 1,06$ Km/h. O teste "t" independente de Student não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os métodos (p valor $\leq 0,01$) além de alta correlação entre os métodos de acordo com a correlação de Pearson ($r=0,85$). Portanto, podemos afirmar com os dados encontrados que ambos os métodos analisados - sendo esses diretos ou indiretos - são ferramentas úteis e fidedignas ($r=0,85$) para fornecimento da Velocidade de Limiar de Lactato.

Palavras-chave: Limiar Anaeróbio; velocidade de limiar de lactato; futebol.

COMPARISON BETWEEN DIFFERENT METHODS OF VELOCITY OF LACTATE THRESHOLD.

ABSTRACT

The anaerobic threshold today is one of the most investigated variables in the context of exercise physiology applied to high performance, due to your interpretation and applicability. In football, an intermittent activity sport, the high intensity actions are those that can determine the outcome of a match, so the Velocity of Anaerobic Threshold (VAT) is an important tool, and this, some protocols between different measurement itself. Therefore, this study aimed to compare different methods of assessing the Velocity of Lactate Threshold. The sample consisted of 19 junior players, trained individuals, with a mean age of 18.29 ± 0.47 years, mean height 177.57 ± 6.10 Cm and total body mass average of 73.26 ± 8.18 Kg. VLAN was determined by the methods proposed by Weltman and Direct Lactate Extraction proposed by Mader. The VLAN using the method proposed by Weltman found an average of 13.58 ± 0.90 km / h, and by Direct Lactate Extraction proposed by Mader, showed a mean of 12.68 ± 1.06 km / h. The Independent t-student test showed no statistically significant differences between methods (p value ≤ 0.01) and high correlation between the methods according to the Pearson correlation ($r = 0.85$). Therefore, we can say with the data found that both methods assessed - these being direct or indirect - are useful and reliable ($r = 0.85$) for the supply of lactate threshold velocity.

Keywords: Anaerobic threshold; lactate threshold velocity; soccer.

INTRODUÇÃO

Quando as reservas de adenosina trifosfato (ATP) e de fosfocreatina não são suficientes para dar resposta a atividades de elevada intensidade, a energia adicional necessária é garantida pela glicólise anaeróbia, com a consequente formação de lactato (BOOBIS, 1987; BANGSBO, 1993).

Diversos pesquisadores mostraram que o aumento desproporcional desse metabólito indica que a taxa da sua produção excede à da remoção, e que uma taxa imediatamente abaixo do ponto de inflexão da

curva de concentração de lactato sanguíneo [LAC] x intensidade de exercício indica o ponto ideal para o treinamento aeróbio, sendo denominado "limiar anaeróbio" (WILMORE e COSTILL, 1994).

Nas últimas décadas, o limiar anaeróbio (LAN) tem sido alvo de diversas investigações dentro da fisiologia do exercício, uma vez que é considerado um referencial extremamente interessante, superando inclusive o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) para a prescrição da intensidade do treinamento, controle dos efeitos do treinamento e predição de performance (SVEDAHL e MACINTOSH, 2003).

As diversas metodologias para se determinar o LAN, como também os protocolos existentes, permitem que se tenha uma grande aplicabilidade, não só para atletas de alto nível, como também para indivíduos não-atletas, que estejam engajados em um programa de exercício (DENADAI *et al.*, 1997).

Por sua vez, o futebol é um esporte que implica a prática de exercícios intermitentes, de intensidade variável (EKBLUM, 1993; ZEEDERBERG *et al.*, 1996). Segundo Lopes (2005) os momentos mais importantes e decisivos de uma partida de futebol são dependentes de ações rápidas.

Apesar das atividades desenvolvidas a intensidades muito elevadas apresentarem uma duração e frequência reduzida, são fundamentais, dado que envolvem normalmente as ações mais decisivas do jogo - remates, desmarcações, saltos, mudanças de direção e sentido, etc. (YAMANAKA *et al.*, 1988; CAZORLA e FARHI, 1998; GARGANTA, 1999). Segundo Mujika *et al.*, (2000) há uma relação positiva entre qualidade do jogo e a quantidade de exercícios de alta intensidade realizados durante a partida.

O presente estudo teve como objetivo comparar a velocidade do LAN (vLAN) através de dois protocolos diferentes na categoria de Juniores de um clube da elite do futebol brasileiro (série A do Campeonato Nacional).

Metodologia

O estudo se caracteriza como descritivo, por indicar resultados de avaliações, do tipo ex post facto, empregando uma tipologia de perfil; e transversal, por obter os resultados, no momento da coleta dos dados, do tipo grupo único (THOMAS e NELSON, 2002).

Amostra

A população desse estudo foi composta por 19 futebolistas juniores, indivíduos treinados em alto nível, com média de idade de $18,29 \pm 0,47$ anos, altura média de $177,57 \pm 6,10$ Cm e massa corporal total média de $73,26 \pm 8,18$ Kg. Todos os atletas envolvidos nessa amostra, eram federados pelo Clube de Regatas do Flamengo em 2010.

Métodos Weltman

Para mensuração da Velocidade do Limiar Anaeróbio (vLAN), utilizou-se dois protocolos. O primeiro protocolo utilizado, indireto e não invasivo, foi o proposto por Weltman (1987) onde o atleta percorre uma distância de 3200 metros no menor tempo possível. Para nossa população, essa distância foi consumada através de uma pista construída em um campo de futebol, pista essa delimitada através de cones. Para delimitação do LAN utilizou-se a equação proposta por Weltman: $LAN = 509,5 - (20,82 \times Tempo)$ m/seg.

Lactatemia Direta

O segundo protocolo, direto e invasivo, foi o proposto por Mader *et al.*, (1985) e é caracterizado por corridas de cerca de 5 minutos com velocidade pré determinada, começando esta a 10 km/h e a cada estágio completo, acrescenta-se 2 km/h. Este protocolo foi aplicado em um campo de futebol, portanto, para controle da velocidade de corrida, um avaliador controlava o tempo que os atletas percorriam entre pontos pré determinados no campo, delimitados por cones, para assim garantir a manutenção da velocidade. Após o término de cada estágio foi coletado sangue através de um lactímetro cerca de 60 segundos após o término do estágio. O atleta interromperá o teste quando, de acordo com a literatura, tiver sua concentração de lactato exponencializado.

Variável

Através dos protocolos citados acima, esse estudo teve na Velocidade de Limiar Anaeróbio (vLAN) a principal variável de análise, interpretação e discussão.

Tratamento Estatístico

Para comparação dos resultados entre os dois protocolos, utilizou-se uma análise qualitativa descritiva de corte transversal. Para análise estatística utilizou o teste “t” independente de Student através do software SPSS 17.0, para Windows XP, considerando significância estatística para p -valor $\leq 0,05$.

Resultados e Discussão

A Tabela 1 apresenta as características gerais do grupo.

Tabela 1. Características gerais.

Variáveis	Média	Dp
Idade (anos)	18,29	0,47
Peso (Kg)	73,26	8,18
Altura (Cm)	177,57	6,10

Quando utilizado o protocolo sugerido por Mader (lactatemia), encontramos para o grupo analisado a média de $12,68 \pm 1,06$ Km/h para alcançar o ponto de 4mM de concentração (Tabela 2).

Tabela 2. Média da Vel. de Liminar Anaeróbio (Protocolo Madder).

	Média	DP	Modalidade	Localidade
vLAN (Km/h)	12,68	1,06	15,00	11,00

Encontramos em estudo realizado por Balikian *et al.*, (2002) uma média de vLAN em jogadores da segunda divisão do campeonato paulista de $13,50 \pm 0,70$ Km/h. Em outro estudo com atletas de outro clube, também da série A do campeonato brasileiro, Coelho *et al.*, (2009) encontrou média de vLAN $12,1 \pm 1,1$ Km/h utilizando o mesmo protocolo de coleta. Freitas (2009), encontrou para futebolistas mineiros uma média de $13,53 \pm 0,79$ Km/h. Denadai *et al.*, (2005), encontrou em sua amostra média de $13,60 \pm 1,40$ Km/h. Já McMillan *et al.*, (2005), utilizando atletas da Premier League da Inglaterra, mostrou-nos médias de $13,62 \pm 0,25$ Km/h, enquanto Chmura *et al.*, (2010) encontrou em futebolistas profissionais poloneses uma média de $13,39 \pm 0,16$ Km/h de vLAN (Tabela 3).

Tabela 3. Outros Estudos que utilizaram mesmo protocolo (Mader).

	Média (Km/h)	DP	Modalidade	Localidade
Nascimento <i>et al.</i> , (2011)	12,68	1,06	Futebol	Brasil
Balikian <i>et al.</i> , (2002)	13,50	0,70	Futebol	Brasil
Coelho <i>et al.</i> , (2009)	12,10	1,10	Futebol	Brasil
Freitas (2009)	13,53	0,79	Futebol	Brasil
McMillan <i>et al.</i> , (2005)	13,62	0,25	Futebol	Inglaterra
Denadai <i>et al.</i> , (2005)	13,60	1,40	Futebol	Brasil
Chmura <i>et al.</i> , (2010)	13,39	0,16	Futebol	Polônia

Podemos observar na tabela abaixo (Tabela 4) os resultados encontrados em outras modalidades com protocolo semelhante, contudo, não esqueçamos que cada modalidade esportiva citada abaixo detém características e demandas fisiológicas diferenciadas devido as dimensões do espaço de realização, gesto mecânica e sistemas energéticos predominantes de cada um. Altimari *et al.*, (2007) encontrou para nadadores na cidade de São Paulo, média de vLAN de $4,82 \pm 0,18$ Km/h, todavia, Custodio (2009) mostrou-nos média de vLAN para nadadores no interior de São Paulo de $5,36 \pm 0,36$ Km/h. Para Judocas, Franchini *et al.*, (1998) encontrou média de vLAN de $11,60 \pm 2,00$ Km/h.

Tabela 4. Resultados de vLAN em outras modalidades.

	Média	DP	Modalidade	Localidade
Altimari <i>et al.</i> , (2007)	4,82	0,18	Natação	Brasil
Custodia (2009)	5,36	0,36	Natação	Brasil
Franchini <i>et al.</i> , (1998)	11,60	2,00	Judô	Brasil

Quando utilizado o protocolo proposto por Weltman, encontramos dentro de nossa população uma média de vLAN de $13,58 \pm 0,90$ Km/h (Tabela 5).

Tabela 5. Média da Vel. De Limiar Anaeróbio (Protocolo Weltman).

	Média	DP	Máximo	Mínimo
Weltman (Km/h)	13,58	0,90	15,3	11,2

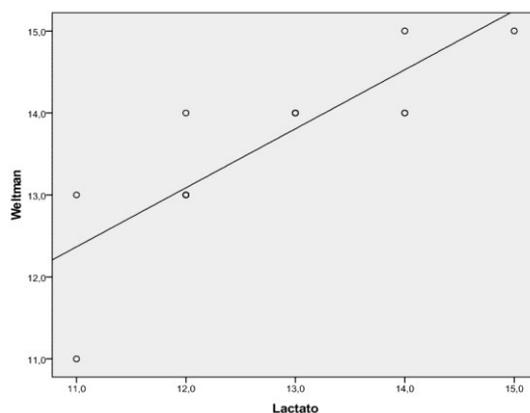
Utilizando o mesmo protocolo, Mantovani *et al.*, (2008) encontrou média de vLAN de $15,00 \pm 0,18$ Km/h em futebolistas federados no interior de São Paulo, na cidade de São Caetano. Analisando futebolistas da primeira divisão espanhola, Crescente *et al.*, (2010) encontrou médias de vLAN de $12,46 \pm 1,19$ Km/h (Tabela 6).

Tabela 6. Outros Estudos que utilizaram mesmo protocolo (Weltman).

	Média	DP	Modalidade	Localidade
Nascimento <i>et al.</i> , (2011)	12,68	1,06	Futebol	Brasil
Mantovani <i>et al.</i> , (2008)	15,00	0,18	Futebol	Brasil
Crescente <i>et al.</i> , (2010)	12,46	1,19	Futebol	Espanha

Ao comparar as médias entre os protocolos de Weltman e Madder, encontrou-se no teste “t” independente de Student, $p.\text{valor} \leq 0,01$ e através da correlação de Pearson encontrou-se $r = 0,85$ (Figura 1), mostrando assim que, baseado no valor encontrado para p.valor, não há diferença estatisticamente significativa entre os protocolos mensurados e, de acordo com os resultados encontrados pela correlação, há uma correlação diretamente proporcional entre os resultados destes protocolo, sendo esta classificada como alta, segundo Bryman e Cramer (1990). Comparando os protocolos de 4mM proposto por Mader na lactatemia direta e o protocolo de Velocidade crítica proposto por Wakayoshi *et al.*, (1992), Altimari *et al.*, (2007) encontraram uma boa correlação entre os protocolos, tendo $r = -0,90$. Realizando uma análise de vLAN com métodos diferentes em nadadores, Baptista *et al.*, (2005) encontraram diferença estatística significativa entre os protocolos de 4mM e Dmax (maximal distance) proposto inicialmente por Cheng *et al.*, (1992). Utilizando o protocolo de corrida de 12 km adaptado por Tegtbur *et al.*, (1993) comparado ao protocolo de OBLA (On Blood Lactate Accumulation), da Silva *et al.*, (2005) encontrou diferença entre as velocidades alcançadas por cada protocolo.

Figura 1. Correlação entre os protocolos, $r = 0,86$.



CONCLUSÃO

Através dos resultados encontrados e de acordo com a deferida análise estatística, podemos afirmar que os dois protocolos mostram-se ferramentas úteis e fidedignas para mensuração da Velocidade do Limiar Anaeróbio, dado o valor alto de correlação encontrado no teste de Pearson ($r=0,86$) e para o

encontrando em p.valor ($p \leq 0,01$). Sendo assim, podemos afirmar a partir disto, que mesmo sabendo das condições estruturais e econômicas que temos em grande parte dos clubes de futebol do Brasil e que essas condições inviabilizariam em boa parte desses clubes a mensuração direta através do processo de lactatemia direta proposta por Madder, o conhecimento e aplicação do método indireto proposto por Weltman, que é um método de baixo custo e fácil aplicação, indireto e não invasivo, é indispensável dada a importância do significado do dado coletado para o futebol. Todavia, os dados coletados através do método direto e invasivo não podem ser desprezados devido a sua acurácia. Contudo, devemos afirmar também, que de acordo com a modalidade e as demandas características, sejam elas fisiológicas, mecânicas, de espaço e tempo de jogo, há uma variabilidade entre os protocolos, que devem ser analisados individualmente, considerando todos os aspectos necessários já citados para uma realização coerente e fidedigna dessa variável tão importante.

REFERÊNCIAS

- ALTIMARI, J.; ALTIMARI, L.; GULAK, A.; CHACON-MIKAHIL, M. Correlações entre protocolos de determinação do limiar anaeróbio e o desempenho aeróbio em nadadores adolescentes. **Rev Bras Med Esporte**. Vol. 13, Nº 4. Jul/Ago, 2007
- BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L., FESTUCCIA, W.; NEIVA, C. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Rev Bras Med Esporte**. Vol. 8, Nº 2. Mar/Abr, 2002.
- BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**, 12S, 5-12, 1993.
- BRYMAN, A.; CRAMER, D. **Quantitative data analysis for social scientists**. 1ª Ed. Routledge. London, UK. 1990.
- BAPTISTA, R.; OLIVEIRA, L.; FIGUEIREDO, G. Limiar de lactato em remadores: comparação entre dois métodos de determinação. **Rev Bras Med Esporte** _ Vol. 11, Nº 4 – Jul/Ago, 2005, 247-250.
- BOOBIS, L. H. Metabolic aspects of fatigu during sprinting. **E&F Spon**, London, 1987.
- CRESCENTE, L. A. SIQUEIRA, O. D. ALONSO, J. L. L. **Avaliação de Limiar Aerobio Futebol**. http://www.informaluiz.com.br/por/download/avaliacao_limiar_anarobio_futebol.pdf às 20:30 de 02 de Março de 2011.
- CAZORLA, G.; FARHI, A. **Exigences physiques et physiologiques actuelles**. EPS, 273:60-66. 1998.
- CHENG, B.; KUIPERS H.; SNYDER, A.C.; KEIZER, H.A.; JEUKENDRUP, A.; HESSELINK, M. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. **Int J Sports Med** 1992;13:518-22.
- CHMURA, J.; NAZAR, K. Parallel changes in the onset of blood lactate accumulation (OBLA) and threshold of psychomotor performance deterioration during incremental exercise after training in athletes. **International Journal of Psychophysiology** 75 (2010) 287–290
- COELHO, D.; MORTIMER, L.; CONDESSA, L.; SOARES, D.; BARROS, C.; GARCIA E. Limiar anaeróbio de jogadores de futebol de diferentes categorias. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum** 2009, 11(1):81-87.
- CUSTODIO, A. **Determinação da velocidade crítica como referência do limiar anaeróbio para o nado costas**. Campinas: UNICAMP (monografia de graduação), 2009.
- DA SILVA, A. SANTOS, F. N. C. SANTHIAGO, V. GOBATTO, CLAUDIO. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. **Rev Bras Med Esporte**, Vol. 11, Nº 4, Jul/Ago, 2005.
- DENADAI, B.S.; GOMIDE, E.B.; GRECO, C.C. The Relationship Between Onset of Blood Lactate Accumulation, Critical Velocity, and Maximal Lactate Steady State in Soccer Players. **J Strength Cond Res**. 2005 May;19(2):364-8.
- DENADAI, B. S.; GRECO, C. C.; DONEGA, M. R. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade de 10 a 15 anos. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, 11(2):128-33, jul./dez. 1997.
- EKBLOM, B. **Applied physiology of soccer**. Sports Med. 3, p. 50 – 60, 1993.

- FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y.; LIMA, J. R. P.; HADDAD, S.; KISS, M.; REGAZZINI, M.; BOHME, M. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em três lutas em judocas das classes juvenil-a, júnior e sênior. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, 12(1): 5-16, jan./jun. 1998.
- FREITAS, D. **Efeitos da carga de treinamento sobre variáveis bioquímicas e psicológicas durante uma pré-temporada no futebol profissional.** UFJF, 36, 2009, Minas Gerias, Brasil.
- GARGANTA, J. **La prestazione energetico funzionale dei calciatore.** Teknosport, 11 (4). 1999.
- LOPES, C. R. **Análise das capacidades de resistência, força e velocidade na periodização de modalidades intermitentes.** Campinas: UNICAMP (mestrado), 2005.
- MADER, A.; HECK, H.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int J Sports Med** 1985;6:117-30.
- MANTOVANI, T. H. L.; RODRIGUES, G.; MIRANDA, J.; PALMEIRA, M.; ABDA, C.; WICHI, R. Composição corporal e limiar anaeróbio de Jogadores de futebol das categorias de base. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.** 2008, 7 (1): 25-33.
- MCMILLAN, K.; HELGEURD, J.; GRANT, S. J.; NEWELL, J.; WILSON, J.; MACDONALD, R.;HOFF, J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *Br J Sports Med* 2005; 39. 432-436.
- MUJIK, I.; ANGULO, F.;PADILLA, S. GOIRIENA, J.J. Scientific approach to the 1-h cycling world record: a case study. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v.89, p.1522-7, 2000
- SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Can. J. Appl. Physiol.** Champaign, v.28, n.2, p.299-323, 2003.
- TEGEBUR, U., BUSSE, M.W., AND BRAUMANN, K.M. **Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise.** *Med. Sci. Sports Exerc.* 25: 620-627,1993.
- THOMAS, J.R., NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em atividade física.** 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- YAMANAKA, K.; HAGA, S.; SHINDO, M.; NARITA, J.; KOSEKI, S.; MATSUURA; EDA, M. Time and motion analysis in top class soccer games. **Science and Football**, pp. 334-340. E & FN Spon. London. 1988.
- ZEEDERBERG, C. LEACH, L. LAMBERT, E. V. NOAKES, T. D. DENNIS, S.C. HAWLEY, J. A. The effect of carbohydrate ingestion on the motor skill proficiency of soccer players. **Int. J. Sports Nutrition.** 6, p. 348 – 355, 1996.
- WAKAYOSHI, K.; YOSHIDA, M.; UDO, M.; KASAI, T.; MORITANI, T.; MUTOH, Y.; MIYASHITA, M. A simple method for determining critical speed as swimming fatigue threshold in competitive swimming. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.367-71, 1992.
- WELTMAN, A. Prediction of lactate threshold and five blood lactate concentration from 3200-m running performance in male runners. **International Journal of Sports**, v.8, p.401-406, 1987.
- WILMORE, J. H., COSTILL, D. L. *Physiology of Sport and Exercise*, **Human Kinetics**, Champaign, 1994

¹ Centro Universitário Augusto Motta

² Centro de Estudos de Fisiologia do Esporte – CEFISPORT – EEFD/UFRJ.

Rua Ministro Pinto da Luz, 75, Quadra: B, Bl:04, Apt 101
Parada de Lucas
Rio de Janeiro/ RJ
21010-110