

# DETERMINAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE CAMPO PARA IDENTIFICAR O LIMIAR ANAERÓBICO ATRAVÉS DO COMPORTAMENTO DO LACTATO SANGÜÍNEO EM CORREDORES

Renato Oliveira de Jesus<sup>1</sup>; Breno Eustaquio de Sousa Carvalho<sup>1</sup>; Cíntia Campolina Duarte Rocha<sup>2</sup>; Sandro Fernandes da Silva<sup>1,3,4</sup>.

## RESUMO

O limiar anaeróbico láctico pode definir-se como aquela carga de trabalho a partir do qual a concentração de lactato no sangue de um indivíduo incrementa-se de maneira exponencial. A partir de este nível, ainda mantendo uniforme a intensidade, o lactato irá aumentando paulatinamente. **Objetivo:** Criar e validar um teste de campo através do comportamento do lactato sangüíneo, o limiar anaeróbico individual (IAT) em corredores amadores. **Métodos:** 17 corredores amadores voluntários. Para avaliar o Limiar de lactato os sujeitos realizaram 6 séries de 1000 metros correndo. Após a realização do esforço foi realizada a coleta sangüínea de 25 microlitros no lóbulo da orelha para verificar o comportamento do lactato sangüíneo, estas coletas aconteceram logo após o estímulo. Para análise do lactato sangüíneo desprezou-se a primeira gota de sangue de cada coleta. **Resultados:** O limiar anaeróbico foi verificado em uma intensidade de  $80,29 \pm 3,73\%$ , que representou uma velocidade de  $15,92 \pm 1,24$  km/h e o nível de lactato sangüíneo foi de  $6,8 \pm 1,73$  mmol/L<sup>-1</sup>. **Discussão:** Em indivíduos não treinados o LAn ocorre entre 50 a 60% do  $VO_{2MÁX}$ , enquanto em sujeitos treinados ocorre em torno de 65 a 85% do  $VO_{2MÁX}$ . Ao compararmos com estudos a intensidade alcançada pelos mesmos no LAn, verificamos que é próxima a encontrada por vários estudos para determinar o LAn em sujeitos treinados como foi o caso de nossa amostra. **Conclusão:** O teste de campo proposto para identificar o LAn através do comportamento do lactato sangüíneo é eficiente através do protocolo de IAT.

**Palavras-chave:** Limiar Anaeróbico Individual, Lactato Sangüíneo, Testes de Campo, Corredores.

## ABSTRACT

The anaerobic lactate threshold is able to define itself as that shipment of work from which the individual blood lactate concentration increases-itself of way exponential. From this level, still maintaining uniform the intensity, the lactate will be increasing gradually. **Objective:** It creates and validates a test of field through the behavior of the blood lactate, individual anaerobic threshold (IAT) in runners amateur. **Methods:** 17 voluntary runners amateur. For evaluate the anaerobic threshold the subjects carried out 6 series of 1000 meters running. After achievement of the effort was carried out the blood of 25 microlitres in the lobe of the ear for verify the behavior of the blood lactate, these collects happened soon after him I stimulate. For analyzes of the blood lactate despised itself to first drop of blood of each collection. **Results:** The anaerobic threshold was verified in an intensity of  $80.29 \pm 3.73\%$ , that represented a speed of  $15.92 \pm 1.24$  km/h and the level of blood was of  $6.8 \pm 1.73$  mmol/L<sup>-1</sup>. **Discussion:** In individuals done not training the LAN occurs between 50 to 60% of the  $VO_{2MÁX}$ , while in subjects trained occurs around 65 to 85% of the  $VO_{2MÁX}$ . Upon we will compare with studies the intensity achieved by subjects in the LAn, we verify that is near to found by several studies for determine the LAn in subjects coached as was the case of our sample. **Conclusions:** The test of field proposed for identify the LAn through the behavior of the blood lactate is efficient through of the IAT protocol.

**Key-words:** Individual anaerobic threshold, blood lactate, test of field, runners.

## INTRODUÇÃO

Um treinamento de sobrecarga aeróbica melhora de maneira significativa uma variedade de capacidades funcionais relacionadas com o transporte e utilização de oxigênio. O treinamento de sobrecarga de resistência que envolve exercícios entre 50-80% do  $VO_{2MÁX}$ , durante longos períodos e varias vezes na semana, produz adaptações que melhoram significativamente as capacidades funcionais relacionadas com a liberação, captação e utilização de oxigênio (GRAHAN E SALTIN, 1989). Segundo Ortiz (2001), é necessário identificar e quantificar os fatores fisiológicos (energético) e biomecânicos que poderiam influenciar na performance esportiva. Nas últimas décadas, limiares metabólicos tem sido alvo

de diversas investigações dentro da fisiologia do exercício, sendo considerados parâmetros extremamente importantes, superando inclusive o consumo máximo de oxigênio para a prescrição da intensidade do treinamento (JACOBS, 1986), controle dos efeitos do treinamento (GASKILL et al., 2001) e predição de desempenho físico (ROECKER et al., 1998). Atualmente no campo da fisiologia do exercício e treinamento esportivo vêm sendo discutidos os possíveis fatores que influenciam o desempenho aeróbico em atletas, como o  $VO_{2Máx}$ , o limiar anaeróbico, além, de fatores periféricos e centrais.

Wasserman e McIlroy (1964) demonstraram de uma maneira equivocada que o Limiar Anaeróbico (L.An), geralmente se relaciona com o  $VO_{2Máx}$  e corresponde a um valor submáximo de potencia e  $VO_{2Máx}$ , aonde começa a existir uma desproporção entre o aumento da produção de ácido láctico pelos músculos e sua eliminação pelos processos de captação e síntese no fígado, músculos ativos e inativos, coração e outros tecidos do organismo. Com o aumento da concentração de lactato muscular e sanguíneo, ocorrem modificações significativas nas variáveis ventilatórias, principalmente um aumento da ventilação pulmonar e da produção de dióxido de carbono, que passam a ser magnitudes desproporcionalmente maiores em relação à elevação linear da potencia aplicada ao consumo de oxigênio correspondente (DAVIS, 1985; POWERS e HOWLEY, 2005). À medida que a intensidade do exercício aumenta, a quantidade de força muscular desenvolvida é suprida pelo recrutamento cada vez maior de fibras tipo II favorecendo o metabolismo glicolítico, segundo Skinner (1980) a isoenzima LDH encontradas nas fibras tipo II possuem uma maior afinidade de fixação ao ácido pirúvico, promovendo a maior formação do ácido láctico.

O limiar anaeróbico láctico pode definir-se como aquela carga de trabalho a partir do qual a concentração de lactato no sangue de um individuo incrementa-se de maneira exponencial. A partir de este nível, ainda mantendo uniforme a intensidade, o lactato irá aumentando paulatinamente. O resultado obtido em um prova de esforço na que se determinam os níveis de lactato como resposta ao incremento da intensidade, permite estabelecer as intensidades idôneas para melhorar a capacidade e a potencia das vias energéticas (SVEDAHL e MACINTOSH, 2003). Grande parte dos investigadores utilizam concentrações fixas de  $4\text{mmol/L}^{-1}$  de lactato sanguíneo para determinação LAn através do método que corresponde ao fase do máximo estado estável do lactato no sangue (MEEL), sendo propostas diversas terminologias para identificar tal fenômeno (KINDERMAN et al., 1979). Heck et al (1985), justificam a escolha dessa concentração fixa de lactato no sangue em função de a maioria dos sujeitos apresentarem nessa intensidade de exercício a capacidade máxima de remoção do lactato produzido. Tendo em vista essa grande variabilidade interindividual nos resultados encontrados, os autores introduziram o termo limiar anaeróbico individual (IAT), que constitui um método de identificação do MEEL de forma a não respeitar o critério de concentração fixa de lactato, podendo ser empregado durante a corrida, no cicloergômetro, no remoergômetro, na avaliação do desempenho, prescrição e controle do treinamento (MEYER et al., 1999; GUIDETTI et al., 2002).

## OBJETIVO

Criar e validar um teste de campo através do comportamento do lactato sanguíneo, o limiar anaeróbico individual (IAT) em corredores amadores.

## METODOLOGIA

**Amostra:** Participaram do estudo 17 corredores amadores voluntários, todos assinaram o consentimento livre e esclarecido e o projeto foi aprovado pelo comitê de ética da Universidade de Itaúna sob o numero de protocolo 010/07.

**Métodos:** Para avaliar o limiar anaeróbico os sujeitos realizaram 6 séries de 1000 metros correndo, com esforços de 70 a 100% do melhor tempo da temporada em 1000 metros com um intervalo de 1 minuto.

**Coleta Sanguínea:** Após a realização do esforço foi realizada a coleta sanguínea de 25 microlitros no lóbulo da orelha para verificar o comportamento do lactato sanguíneo, estas coletas aconteceram logo após o estímulo. Para análise do lactato sanguíneo desprezou-se a primeira gota de sangue de cada coleta.

**Materiais:** O Lactato foi avaliado pelo analisador de lactato Accutrend, e tiras reagentes enzimáticas BM-Lactate (Roche®); lancetador e lancetas descartáveis Accu-Chek® SoftClix Pro (Roche®) pelo método de fotometria de reflexão; monitor de frequência cardíaca, modelo S610i® (Polar®).

**Identificação do Limiar Anaeróbico:** Para identificar o limiar anaeróbico foi utilizado o método visual proposto por Baldari e Guidetti (2000), cujo critério empregado aponta o limiar para o segundo aumento no valor da concentração de lactato de pelo menos  $0,5 \text{ mmol/L}^{-1}$  a partir do valor anterior, onde o valor para o segundo aumento foi maior ou igual ao do primeiro aumento. Este método simples possibilita identificar o limiar anaeróbico individual, identificando os valores para velocidade e frequência cardíaca em cada estágio.

**Estatística:** A estatística utilizada foi uma comparação de medias e desvio padrão para identificar o ponto onde ocorre o Limiar de Lactato.

## RESULTADOS

Na tabela 1 descrevemos os dados metodológicos da amostra como idade, massa corporal, percentual de gordura.

**Tabela 1** - Dados Metodológicos

Grupo	n	Idade (Anos)	Massa Corporal (Kg)	Percentual de Gordura (%)
Corredores	17	$34,46 \pm 10,68$	$68,28 \pm 6,78$	$12,27\% \pm 4,97$

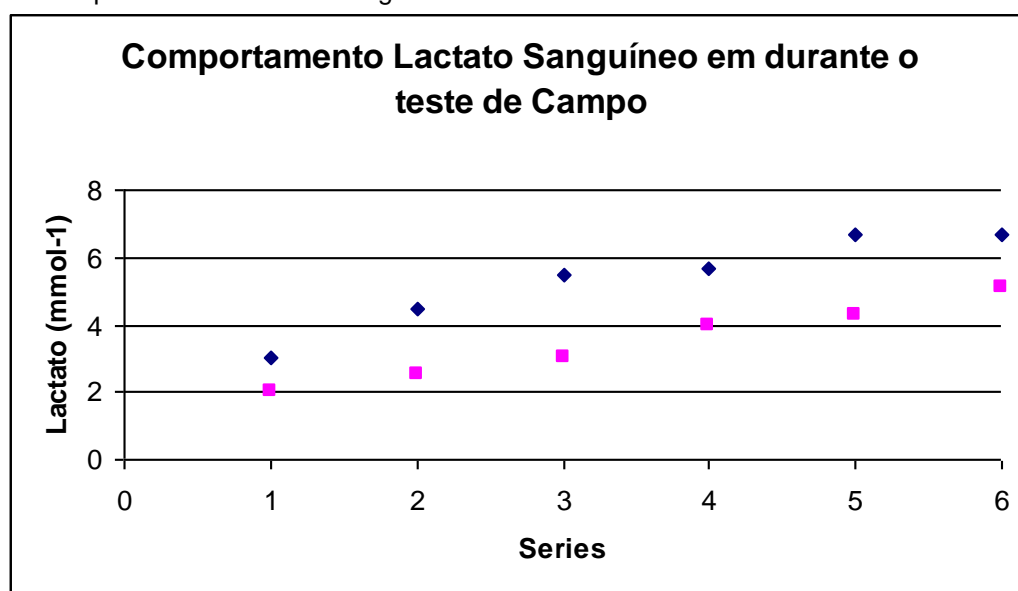
Na tabela 2 demonstramos aos dados referentes ao treinamento dos atletas, como anos, frequência semanal e duração das sessões de treinamento.

**Tabela 2** - Dados de Treinamento

Grupo	n	Anos Treinamento (anos)	Frequência Semanal	Duração da sessão (minutos)
Corredores	17	$10,58 \pm 5,38$	$4,70 \pm 1,40$	$82,94 \pm 30,97$

No gráfico 1 demonstramos o comportamento do lactato sanguíneo em 2 sujeitos da amostra, para identificar o limiar de lactato.

**Gráfico 1** - Comportamento Lactato Sanguíneo.



Na tabela 3 estão descritos os valores médios de lactato sanguíneo, a intensidade e velocidade em que foi alcançado o limiar anaeróbico.

**Tabela 3** - Dados do ponto de limiar anaeróbico

Grupo	n	Lactato (mmol/L <sup>-1</sup> )	Sanguíneo	Porcentagem da Intensidade (%)	Velocidade (Km/h)
Corredores	17	6,8 ± 1,73		80,29 ± 3,73	15,92 ± 1,24

## DISCUSSÃO

Atualmente existe uma grande discussão sobre o LAn representar uma troca de predominância na forma de obtenção de energia (LAMB *et al.*, 2006). Essa relação pode ser explicada pela duração do exercício, de acordo com a intensidade. Svedahl e McIntosh (2003) citam que em exercícios próximos do VO<sub>2máx</sub>, o sujeito consegue se manter por até 60 minutos; no limiar anaeróbico, que geralmente se dá entre 60% e 80% do VO<sub>2máx</sub>, o sujeito se mantém por mais de 60 minutos; e em condições abaixo do LAn, o exercício pode ser mantido por horas. Porém, os mecanismos padrões para estes acontecimentos ainda não foram claramente descritos (MADER e HECK, 1986). O tempo de duração dos estágios também interferem na detecção do LAn (MIDGLEY *et al.*, 2007). Estágios entre 3 e 5 minutos são os considerados ideais para verificar o comportamento do lactato sanguíneo durante esforços progressivos (BENTLEY *et al.*, 2001), já que o mesmo reflete a relação entre a produção e a absorção na musculatura ativa (JUDEL, 2001). O protocolo utilizado nesse estudo manteve a duração dos estágios entre 3 a 5 minutos, já que nenhum dos sujeitos possuíam um tempo nos 1000 metros inferior a 3'00" e como a progressão do exercício foi em relação ao tempo, foi possível controlar esta variável fisiológica para que a determinação do LAn através do lactato sanguíneo fosse eficiente, como comprovado no estudo.

Heck *et al.* (1985) citam que o valor fixo da concentração de lactato sanguíneo de 4 mmol/L<sup>-1</sup>, utilizado para se determinar o LAn, pode variar entre 3,0 e 5,5 mmol/L<sup>-1</sup>, mostrando que mesmo utilizando uma concentração fixa de lactato pode e vai existir uma variação individual. Como o método de determinação do LAn utilizado em nosso estudo foi o IAT (Limiar Anaeróbico Individual), em que se observa o comportamento exponencial e individual do lactato durante o exercício progressivo, (Gráfico 1). Para identificar o IAT utilizamos o método proposto por Baldari e Guidetti (2000), em que se observa uma diferença de 0,5 mmol/L<sup>-1</sup> na concentração de lactato entre os estágios para determinar o LAn. A partir deste ponto observamos que o teste proposto para avaliar o LAn foi efetivo já que o comportamento do lactato sanguíneo foi exponencial seguindo a progressão da intensidade do exercício. Isto demonstra que a determinação individual pode ser mais efetiva do que a utilizada através da determinação fixa de lactato (NICHOLSON e SLEIVERT, 2001).

Em indivíduos não treinados o LAn ocorre entre 50 a 60% do VO<sub>2MÁX</sub>, enquanto em sujeitos treinados ocorre em torno de 65 a 85% do VO<sub>2MÁX</sub> (GOOLNICK *et al.*, 1986), não foi objeto de nosso estudo verificar a capacidade aeróbica máxima dos indivíduos. Mas ao compararmos com a intensidade alcançada pelos mesmos no LAn (tabela 3), verificamos que é próxima a encontrada por vários estudos para determinar o LAn em sujeitos treinados como foi o caso de nossa amostra (GOOLNICK *et al.*, 1986; BILLAT *et al.*, 1998; McGEHHE *et al.*, 2005;). Em relação à velocidade alcançada no Lan por nossos sujeitos que foi de 15,92 ± 1,24 km/h<sup>-1</sup> foi considerada normal de acordo com estudos que verificam esta variável, como demonstro Denadai e Balikian Junior (1995), em que encontraram 16,0 ± 1,0 km/h<sup>-1</sup>. Já o grupo de Schabort *et al.* (2000) estimaram em triatletas na modalidade corrida, que a velocidade de Lan ocorre em torno de 15,0 km/h<sup>-1</sup>, mostrando uma vez mais que nossa amostra estava em valores considerados normais com o relacionado com a literatura, além de demonstrar a eficiência do teste proposto para determinar o Lan, através do comportamento do lactato sanguíneo.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O que se conclui com a pesquisa, é que o teste de campo proposto para identificar o LAn através do comportamento do lactato sanguíneo é eficiente através do protocolo de IAT. O protocolo de 6 x 1000 metros pode ser adotado para controle e prescrição de treinamento em corredores amadores como foi o caso de nossos sujeitos.

Convêm ressaltar que ainda são necessários mais estudos com este protocolo, através da utilização de outros protocolos para identificar o LAn em relação ao lactato sanguíneo, como as metodologias de lactato mínimo e o MEEL.

Os autores sugerem ainda a utilização deste protocolo em outras populações, como corredores profissionais, mulheres e sujeitos praticantes de atividade física sem caráter competitivo para verificar a validade e eficiência do mesmo.

## REFERÊNCIAS

BALDARI, C.; GUIDETTI, L. A simple method for individual anaerobic threshold as predictor of max lactate steady state. **Med. Sci. Sports Exerc.** 1798-1802, 2000.

BENTLEY, D.; MCNAUGHTON, L.R.; BATTERHAM, A.M. Prolonged stage duration during incremental cycle exercise: effects on the lactate threshold and onset of blood lactate accumulation. **Eur. J. Appl. Physiol.** 85: 351-357, 2001.

BILLAT, V.; BINSSEL, V.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J.P. High level runners are able to maintain a  $VO_2$  steady-state below  $VO_{2MÁX}$  in an all-out run over their critical velocity. **Arch. Physiol. Bioch.** 106 (1): 38-45, 1998.

DAVIS, J.A. Anaerobic threshold: Review of the concept and directions for future research. **Med. Sci. Sports Exerc.** 17: 6-18, 1985.

DENADAI, B.S.; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação entre limiar anaeróbio e performance no short triathlon. **Rev. Paul. Educação Fís.** 9 (1): 10-15, 1995.

GASKILL, S.E.; WALKER, A.J.; SERFASS, R.A.; BOUCHARD, C.; GAGNON, J.; RAO, D.C. Changes in ventilatory threshold with exercise training in a sedentary population: the Heritage Family Study. **Int. J. Sports Med.** 22: 586-592, 2001.

GOOLNICK, P.; BAYLY, W.; HODGSON, D. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. **Med. Sci. Sports Med.** 18: 334-340, 1986.

GRAHAN, T.E.; SALTIN, B. Estimation of the mitochondrial redox state in human skeletal muscle during exercise. **J. Appl. Physiol.** 66: 561-566, 1989.

GUIDETTI, L.; MUSULIN, A.; BALDARI, C. Physiological factors in middleweight boxing performance. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** 42: 309-314, 2002.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4 mmol/l lactate threshold. **Int. J. Sports Med.** (06) 117-130, 1985.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Med.** 3: 10-25, 1986.

JUEL, C. Current aspects of lactate exchange: lactate/ $H^+$  transport in human skeletal muscle. **Eur. J. Appl. Physiol.** 86: 12-16, 2001.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.** 42: 25-34. 1979.

LAMB, G.D.; STEPHENSON, D.G.; BANGSBO, J.; JUEL, C. Point: lactic acid accumulation is an advantage during muscle activity. **J. Appl. Physiol.** 100(4): 1410-1412, 2006.

MADER, A.; HECK, H. A Theory of the Metabolic Origin of 'Anaerobic Threshold'. **Int. J. Sports Med.** (07): 45-46 – Supplement, 1986.

Mc GEHEE, J. C.; TANNER, C. J.; HOUMARD, J. A. A comparison of methods for estimating the Lactate threshold. **J. Strength Cond. Res.** 19(3): 553-558, 2005.

MEYER, T.; GABRIEL, H.H.; KINDERMANN, W. Is determination of exercise intensities as percentages of  $VO_{2max}$  or  $HR_{max}$  adequate? **Med. Sci. Sports Exerc.** 31: 1342-1345, 1999.

- MIDGLEY, A.W.; MC NAUGHTON, L.R.; CARROLL, S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at  $v\text{VO}_2\text{MÁX}$ . *Int. S. Sports Med.* 28: 273-280, 2007.
- NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, G.G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Med. Sci. Sports Exerc.** 33:339-42, 2001.
- ORTIZ, A.F. Comparação de Lactato Mínimo, Frequência Cardíaca e Frequência de Braçada no Nado Crawl entre Nadadores e Triatletas. **Porto Alegre**, 2001.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5ª. ed. São Paulo: Manole, 2005. p. 576.
- ROECKER, K.; SCHOTTE, O.; NIESS, A.M.; HORSTMANN, T.; DICKHUTH, H.H. Predicting competition performance in long-distance running by means of a treadmill test. **Med. Sci. Sports Exerc.** 30: 1552-1557, 1998.
- SCHABORT, E.J.; KILLIAN, S.C.; GIBSON, A.S.C.; HAWLEY, J.A. Prediction of triathlon race time from laboratory testing in national triathletes. **Med. Sci. Sports Exerc.** 32: 844-849, 2000.
- SKINER, J., T, McLellan. The transition from aerobic to anaerobic exercise. **Res. Quaterly.** 51: 234-248, 1980.
- SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B.R. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. **Can. J. Appl. Physiol.** 82: 299-323, 2003.
- WASSERMAN, K., McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **Am. J. Cardiol.** 14: 844-852, 1964.

---

<sup>1</sup> Universidade de Itaúna – Itaúna /MG;

<sup>2</sup> Universidad de Leon – Leon – Espanha;

<sup>3</sup> Universidade Vale do Rio Verde – UNINCOR – Pará de Minas/MG;

<sup>4</sup> Programa de Apoio, Fomento e Acompanhamento à Pesquisa da Universidade de Itaúna – PAFAP.