

FERNANDA PIASECKI

**MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO LIMAR DE TRANSIÇÃO
FISIOLÓGICA EM PROTOCOLO PROGRESSIVO INTERMITENTE
COM PAUSA**

FLORIANÓPOLIS - SC

2006

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - CEFID
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DESPORTOS –
CEFID**

FERNANDA PIASECKI

**MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO LIMAR DE TRANSIÇÃO
FISIOLÓGICA EM PROTOCOLO PROGRESSIVO INTERMITENTE
COM PAUSA**

Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora, como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Orientadora:
Prof^a. Dr^a. Monique da Silva Gevaerd

FLORIANÓPOLIS – SC

2006

FERNANDA PIASECKI

**MÉTODOS DE IDENTIFICAÇÃO DO LIMAR DE TRANSIÇÃO
FISIOLÓGICA EM PROTOCOLO PROGRESSIVO INTERMITENTE
COM PAUSA**

Dissertação de Mestrado apresentada à banca examinadora, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Banca Examinadora:

Orientadora:

Prof.^a Dra. Monique da Silva Gevaerd

Membros

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

**FLORIANÓPOLIS – SC
2006**

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter iluminado meus caminhos.

Aos meus pais, pelo apoio e pelo incentivo que sempre me deram.

A minha orientadora Prof^a. Monique da Silva Gevaerd, pela oportunidade me concedida e pela confiança em mim depositada. Além, é claro, de seu carinho, amizade e dedicação.

Aos professores Fernando Roberto de Oliveira e Lorival José Carminatti, primeiramente pela oportunidade me dada quando aqui cheguei, e também pelo apoio, auxílio e dedicação nesse período.

Aos amigos e colegas do LAPEM (Adriano, Alexandre, Dani, Daniel, Deivis, Fernando, George, Giuliano, Jôris, Luis, Michele, Poliana, Robert, Silvana, Tiago, Tony, Vitor), pela amizade e ajuda em todos os momentos.

As minhas grandes amigas Lucieli e Adriana, pelos bons momentos que me proporcionaram, pelo ombro amigo em todas as horas, pela ajuda sempre prestada, pelo carinho e principalmente, pela amizade, que com certeza perdurará por todo o sempre.

Enfim, agradeço a todos que, de certa forma, contribuíram tanto para a realização deste trabalho, quanto para o encaminhamento da minha carreira profissional.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar métodos de identificação de limiar de transição fisiológica (LTF) a partir de protocolos progressivos intermitentes com pausa. Além disso, comparar os valores de velocidade, frequência cardíaca (FC) e concentração de lactato sanguíneo ([La]) entre os diferentes métodos utilizados. Para tanto, participaram do estudo 10 atletas de futebol do sexo masculino, com idade média de $19,99 \pm 1,75$ anos. Inicialmente, cada atleta foi submetido a uma avaliação antropométrica (peso, estatura, dobras cutâneas) seguida de um teste progressivo intermitente com pausa (TPI) realizado em campo, para a identificação do ponto de deflexão da FC (PDFC), segundo limiar de lactato (LL₂) e limiar de concentração fixa de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ (L3,5). O TPI iniciou com velocidade de 9km/h com incrementos de 1,2km/h a cada estágio. Os estágios foram compostos por 10 corridas de ida e volta, iniciando com 15m e aumentando 2m a cada estágio. Cada ida e volta teve um intervalo de 6 segundos e os estágios em que eram realizadas as coletas de sangue tiveram 45 segundos de pausa. Este protocolo foi modificado a partir do proposto por Carminatti *et al* (2004). A FC foi monitorada durante todo o teste pelo do frequencímetro marca Polar® (modelo S610i), sendo registrada a final de cada estágio. Neste mesmo momento, também eram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha para análise da [La] no analisador portátil Yellow Springs® (modelo 1500). Em um segundo momento, foi realizado um exercício de alta intensidade para indução da acidose láctica (BAKER *et al*, 1993) e após um intervalo de 8 minutos os sujeitos realizaram o TPI conforme descrito acima. Novamente foram registrados os valores de FC e [La] ao final de cada estágio. A partir deste teste foi identificado o limiar de lactato mínimo (LM) (TEGTBUR *et al.*, 1993). Os dados obtidos foram analisados estatisticamente através de análise de variância seguida pelo teste de Scheffé e correlação de Pearson, sendo adotado o nível de significância de $p \leq 0,05$. Os resultados evidenciaram a possibilidade de identificação do LTF no TPI, por meio dos métodos PDFC, LL₂, L3,5 e LM. Além disso, não foi verificada diferença significativa entre as variáveis velocidade e FC nos diferentes métodos empregados. Por outro lado, a variável [La] no PDFC ($4,4 \pm 1,4\text{mmol.l}^{-1}$) apresentou-se significativamente mais elevada em comparação à [La] no LL₂ ($2,6 \pm 0,3\text{mmol.l}^{-1}$), mas não no L3,5 e no LM ($3,5 \pm 1,5\text{mmol.l}^{-1}$). A partir do teste de Pearson algumas correlações significativas foram encontradas para a FC entre L3,5 e PDFC ($r = 0,72$), L3,5 e LL₂ ($r = 0,91$), LM e LL₂ ($r = 0,82$) e LM e L3,5 ($r = 0,92$). Para a velocidade também foram observadas correlações significativas entre LL₂ e PDFC ($r = 0,69$), L3,5 e PDFC ($r = 0,92$), L3,5 e LL₂ ($r = 0,72$). No entanto, para a [La] não houve correlação significativa entre nenhum dos métodos utilizados. A partir destes resultados pode-se concluir que é possível a identificação do LTF em protocolo progressivo intermitente com pausa e que, aparentemente, todos os métodos se mostraram adequados. No entanto, resta a necessidade da confirmação do máximo *steady state* de lactato nas velocidades correspondentes a cada um destes métodos.

Palavras-chave: limiar de transição fisiológica, frequência cardíaca, velocidade, protocolo progressivo intermitente.

ABSTRACT

The purpose of this work was to study identification methods of physiological transition thresholds from intermittent progressive protocols with pause. In addition, compare the values of speed, heart rate (HR) and blood lactate concentration ([La]) between different methods used. The participants were 10 male football players, with mean age of $19,99 \pm 1,75$ years. Firstly, the athletes were submitted to an anthropometric evaluation (weight, height, skin folds) followed by an intermittent progressive protocol with pause (IPP) performed in outdoors, to identify the heart rate deflection point (HRDP), second lactate threshold (LT_2) and $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ fixed concentration threshold ($LT_{3,5}$). The IPP started at a velocity of 9km/h with increments of 1,2km/h at each stage. The stages were composed by 10 shuttle-runs, starting at 15m and increasing 2m at each stage. Each shuttle run had an interval of 6 seconds and the stages, which were collected blood samples, had a 45-second break. This protocol was a modification proposed by Carminatti *et al* (2004). The HR was monitored during all the tests by a Polar frequency meter (S610i), and registered at the end of each stage. At this moment, it was collected a blood sample ($25\mu\text{l}$) from the ear to analyze the [La] in a Yellow Springs[®] analyzer (model 1500). In a second moment, the participants performed a high intensity exercise to induce lactic acidosis (BAKER *et al*, 1993) and after an 8-minute break, the subjects performed an IPP as described above. Again, the values of HR and [La] were measured at the end of the stage. By this test it was identified a lactate minimum threshold (LM) (TEGEBUR *et al.*, 1993). The data were statistically analyzed using analyses of variance followed by Scheffé test and Pearson correlation, accepting statistical significance at $p < 0,05$. The results show a strongly evidence in the possibility of identification of physiological transition threshold in IPP, based on HRDP, LT_2 , $LT_{3,5}$ and LM methods. Moreover, no significant difference between speed and HR were found in the different methods used. In a another way, the [La] in the HRDP ($4,4 \pm 1,4\text{mmol.l}^{-1}$) had significantly increased when compared to the [La] in the LT_2 ($2,6 \pm 0,3\text{mmol.l}^{-1}$), however did not increased when compared in the $LT_{3,5}$ and LM ($3,5 \pm 1,5\text{mmol.l}^{-1}$). From Pearson's test some significant correlations could be found for HR between $LT_{3,5}$ and HRDP ($r = 0,72$), $LT_{3,5}$ and LT_2 ($r = 0,91$), LM and LT_2 ($r = 0,82$) and between LM and $LT_{3,5}$ ($r = 0,92$). Some significant correlations could also be found for speed between LT_2 and HRDP ($r = 0,69$), $LT_{3,5}$ and HRDP ($r = 0,92$), $LT_{3,5}$ and LT_2 ($r = 0,72$). However, there was no significant correlation for [La] in any of the methods used. Through the results of this study, it can be concluded that it's possible to identify the physiological transition threshold in intermittent progressive protocol with pause and, apparently, all the methods are adjusted. However, there's a necessity to confirm the maximum steady state of lactate in the different speeds correspondent to each one of these methods.

Key words: physiological transition threshold, heart rate, speed, intermittent progressive protocol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-Esquema ilustrativo do Teste de Carminatti <i>et al.</i> , (2004) modificado.....	38
Figura 2 -Esquema ilustrativo do Teste de Baker <i>et al.</i> (1993).....	39
Gráfico 1 -Correlação de Pearson entre as variáveis FCLL ₂ e FCL3,5mmol.....	46
Gráfico 2-Correlação de Pearson ente as variáveis FCLL ₂ e FCLM.....	46
Gráfico 3 -Correlação de Pearson ente as variáveis FCL3,5mmol e FCLM.....	47
Gráfico 4 -Correlação de Pearson ente as variáveis FCL3,5mmol e PDFC.....	47
Gráfico 5 -Correlação de Pearson ente as variáveis VL3,5mmol e VLL ₂	49
Gráfico 6 -Correlação de Pearson ente as variáveis VPDFC e VLL ₂	49
Gráfico 7 -Correlação de Pearson ente as variáveis VL3,5mmol e VPDFC	50
Quadro 1 -Valores individuais das variáveis de caracterização da amostra.....	77
Quadro 2 -Valores individuais das variáveis referentes ao TPI1.....	77
Quadro 3 -Valores individuais das variáveis referentes ao TPI2.....	78
Quadro 4 -Valores individuais das variáveis referentes ao PDFC e ao LL ₂	78
Quadro 5 -Valores individuais referentes a [La] no primeiro e no sétimo minuto após o exercício para indução da acidose metabólica.....	79
Quadro 6 -Valores individuais referentes a [La] no primeiro e no sétimo minuto após o exercício para indução da acidose metabólica	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Média e desvio padrão das variáveis antropométricas que caracterizam a amostra.....	43
Tabela 2 -Média e desvio padrão da FCmáx, PV e velocidade referentes aos dois testes progressivos.....	43
Tabela 3 -Média e desvio padrão das variáveis referentes ao limiar de transição fisiológica identificados pelos diferentes métodos.....	44
Tabela 4 -Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável FC.....	45
Tabela 5 -Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável velocidade.....	48
Tabela 6 -Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável [La].....	50

LISTA DE ABREVIATURAS

[Gl]: concentração de glicose sangüínea

[La]: concentração de lactato sangüíneo

[La]_{final}: concentração de lactato no final do teste progressivo intermitente

[La]_{LL2}: concentração de lactato no segundo limiar de lactato

[La]_{LM}: concentração de lactato correspondente ao limiar de lactato mínimo

[La]_{PDFC}: concentração de lactato correspondente ao ponto de deflexão da frequência cardíaca

[La]_{min1}: concentração de lactato no primeiro minuto após o teste para indução da acidose metabólica

[La]_{min7}: concentração de lactato no sétimo minuto após o teste para indução da acidose metabólica

FC: frequência cardíaca

FCLL₂: frequência cardíaca correspondente ao segundo limiar de lactato

FCL_{3,5}: frequência cardíaca correspondente ao limiar de 3,5mmol.l⁻¹

FCLM: frequência cardíaca no limiar de lactato mínimo

FC_{máx}: frequência cardíaca máxima

FC_{máx_{pred}}: frequência cardíaca máxima predita

FC_{máx_{real}}: frequência cardíaca máxima real

FC₁₂: frequência cardíaca na velocidade de 12km.h⁻¹

%FC_{máx_{pred}}: percentual da frequência cardíaca máxima predita

GM: limiar de glicose mínima

IAT: limiar anaeróbio individual

IGT: concentração de glicose no limiar anaeróbio individual

LAn: limiar anaeróbio

LL: limiar de lactato

LL₁: primeiro limiar de lactato

LL₂: segundo limiar de lactato

LM: limiar de lactato mínimo

LTF: limiar de transição fisiológica

L3,5mmol.l⁻¹: limiar de concentração fixa de 3,5mmol.l⁻¹ de lactato sanguíneo

MSSL: máximo *steady state* de lactato

PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca

PV: pico de velocidade

%PV: percentual do pico de velocidade

TPI: teste progressivo intermitente

TPI1: primeiro teste progressivo intermitente

TPI2: segundo teste progressivo intermitente

VGM: velocidade correspondente ao limiar de glicose mínima

VLL₂: velocidade no segundo limiar de lactato

VLM: velocidade correspondente ao limiar de lactato mínimo

VMSSL: velocidade correspondente ao máximo *steady state* de lactato

Vm_{3km}: velocidade média no teste de 3km

VO₂: consumo de oxigênio

VO_{2máx}: consumo máximo de oxigênio

VO_{2pico}: consumo de oxigênio de pico

VPDFC: velocidade correspondente ao ponto de deflexão da frequência cardíaca

$V_{3,5\text{mmol.l}^{-1}}$: velocidade correspondente ao limiar de concentração fixa de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ de lactato sanguíneo

$V_{4\text{mmol.l}^{-1}}$: velocidade correspondente ao limiar de concentração fixa de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ de lactato sanguíneo

$V_{170\text{bpm}}$: velocidade correspondente à frequência cardíaca de 170 bpm

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA.....	12
1.2 OBJETIVOS.....	15
<i>1.2.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>15</i>
<i>1.2.2 Objetivos Específicos</i>	<i>16</i>
1.3 JUSTIFICATIVA.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 LIMAR DE LACTATO	18
2.2 LIMAR DE LACTATO MÍNIMO	25
2.3 PONTO DE DEFLEXÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	33
3 METODOLOGIA	36
3.1 SUJEITOS DO ESTUDO	36
3.2 LOCAL DE REALIZAÇÃO DA COLETA DE DADOS.....	36
3.3 PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS.....	36
<i>3.3.1 Medidas antropométricas.....</i>	<i>37</i>
<i>3.3.2 Protocolo do teste progressivo intermitente (Teste 1).....</i>	<i>37</i>
<i>3.3.3 Protocolo do teste para indução da acidose láctica (Teste 2).....</i>	<i>38</i>
<i>3.3.4 Coleta de sangue e mensurações da [La] e FC</i>	<i>39</i>
3.4 IDENTIFICAÇÃO DO LIMAR DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA	40
3.5 VARIÁVEIS DO ESTUDO	40
3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	42
4 RESULTADOS	43
5 DISCUSSÃO	52
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	64
ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

1.1 Problema

A resposta do lactato sangüíneo durante exercício progressivo tem sido utilizada como preditora de *performance* em atividades de *endurance* (FARREL *et al.*, 1979; SJÖDIN e JACOBS, 1981; TANAKA *et al.*, 1983), sendo que a sua utilização é uma evolução ao uso tradicional do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), apesar da alta associação entre ambos (MCLELLAN e GASS, 1989; WELTMAN *et al.*, 1990). O comportamento da curva de lactato sangüíneo durante o exercício progressivo e com cargas constantes vem sendo analisado e descrito usando diferentes metodologias e terminologias como: limiar de lactato – LL (IVY *et al.*, 1981; BEAVER *et al.*, 1985; WELTMAN *et al.*, 1990), máximo *steady-state* de lactato – MSSL (HECK *et al.*, 1985), limiar anaeróbio individual – IAT (STEGMANN *et al.*, 1981, STEGMANN e KINDERMANN, 1982), limiar de lactato mínimo – LM (TEGTBUR *et al.* 1993), entre outras. Existe também, uma série de modelos de predição deste limiar, como por exemplo, o ponto de deflexão da frequência cardíaca – PDFC (CONCONI *et al.*, 1982) e velocidade correspondente a 170bpm – V_{170bpm} (WAHLUND, 1948; DE OLIVEIRA, 1995) e ainda existem os limiares ventilatórios. Apesar das dificuldades de nomenclatura, estes limiares devem descrever, a princípio, fenômenos similares. Apesar destas diferenças, pode-se assumir a existência de domínios fisiológicos separados por limiares, nos quais há perda de continuidade na cinética de determinada variável (BOURDON, 2000). Sendo assim, para um maior esclarecimento, temos aqui que o primeiro limiar de lactato (LL_1) está associado a primeira intensidade na qual há um aumento sustentado na concentração de lactato sangüíneo ($[La]$), superior aos níveis de repouso, com

[La] consistentemente abaixo e/ou próxima a $2,0\text{mmol.l}^{-1}$; e, ainda, como segundo limiar de lactato (LL_2), a intensidade que provoca um rápido aumento na [La], indicando o limite superior do equilíbrio entre aparecimento e desaparecimento do lactato (MSSL), com [La] freqüentemente entre $2,5$ e $5,0\text{mmol.l}^{-1}$, sendo que em diversas situações é utilizada a referência de [La] fixa de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ para a sua aproximação.(HECK *et al.*, 1985; WELTMAN *et al.*, 1990).

Uma das metodologias mais recentes para determinação do MSSL foi apresentada por Tegtbur *et al.* (1993), sendo conhecida como teste de LM. Basicamente, a metodologia consiste na realização de um teste progressivo 8 minutos após a realização de um exercício de alta intensidade para induzir a elevação na [La]. O LM foi determinado como o menor ponto na curva [La] *versus* intensidade de exercício, sendo este considerado como ponto de equilíbrio entre a produção e remoção de lactato. Os autores verificaram que a corrida realizada na intensidade do LM podia ser sustentada por 8km sem acúmulo de lactato sanguíneo, enquanto a corrida com apenas $0,7\text{km.h}^{-1}$ acima desta intensidade, resultava em um significativo aumento da [La], determinando que alguns sujeitos não completassem os 8km. Foi verificado também que a velocidade de corrida no LM (VLM) não dependia da disponibilidade de glicogênio muscular, nem da [La] anterior ao exercício progressivo. Assim, foi proposto que o LM seria um método de identificação do MSSL. Este enunciado foi confirmado por outros autores que não encontraram diferenças significativas entre o LM e outros métodos de estimativa de MSSL, como a velocidade correspondente à $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ (V4mmol.l^{-1}) (SIMÕES *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2003) em corredores de *endurance* e em indivíduos fisicamente ativos, em teste realizado em pista. Diferentemente destes autores, Jones e Doust (1998) encontraram que o LM está em intensidade similar ao LL_1 , sendo significativamente inferior a velocidade correspondente ao MSSL (VMSSL) e V4mmo.l^{-1} . Da mesma forma, Carter *et al.* (1999a) verificaram que o LM está próximo de LL_1 , sendo menos

associado que este ao MSSL, mas estes resultados são dependentes da velocidade inicial do teste de LM.

Jones e Doust (1998) propuseram que vários fatores podem influenciar a intensidade de LM, tais como: intensidade e duração do exercício de alta intensidade para a indução da acidose; intensidade e duração da recuperação após exercício de alta intensidade; intensidade inicial; duração e incrementos utilizados nos estágios do teste incremental, sendo estas, as variáveis mais estudadas nesta metodologia (TEGTBUR *et al.*, 1993; HIGINO e DENADAI, 1998; CARTER *et al.*, 1999a; SMITH *et al.*, 2002).

Os estudos realizados até o momento reportam avaliações na sua maioria com corredores (SIMÕES *et al.*, 1998; SIMÕES *et al.*, 1999; CARTER *et al.*, 1999a; HIGINO e DENADAI, 2002), seguido por ciclistas, nadadores e pessoas fisicamente ativas (MACINTOSH *et al.*, 2002; DE LUCAS *et al.*, 2003; SOUZA *et al.*, 2003). No entanto, indivíduos com treinamentos e competições de características intermitentes com curtos períodos de pausa ainda não foram estudados.

Em 1982, Conconi *et al.* verificaram a possibilidade de estimar um limiar de transição fisiológica (LTF) a partir da frequência cardíaca (FC). Para estes autores este limiar foi denominado limiar anaeróbio (LAn). No modelo de Conconi, o ponto a partir do qual a FC tendia a um platô foi denominado como PDFC, sendo utilizado como referência de LL₂. Inicialmente, este método foi utilizado em corredores, mas em seguida outros autores o testaram em diferentes modalidades esportivas, tais como ciclismo, natação, remo e canoagem (DROGHETTI *et al.*, 1985; CELLINI *et al.*, 1986; KUIPERS *et al.*, 1988; BOURGOIS e VRIJENS, 1998). Em 1996, o próprio Conconi e seus colaboradores fizeram uma revisão do método e verificaram a presença de resultados controversos, aos quais atribuem à problemas metodológicos. Apesar disso, este modelo vem sendo utilizado com sucesso por diversos autores (DROGHETTI *et al.*, 1985; CELLINI *et al.*, 1986; BODNER e RHODES, 2000).

Tradicionalmente, tanto os limiares de lactato quanto o PDFC são utilizados em testes progressivos “contínuos”, sendo escassos os investimentos em estudos com esforços intermitentes com pausas. Neste ponto, Bangsbo (1996) desenvolveu um protocolo progressivo intermitente com pausas, que se mostrava mais adequado na avaliação de esforços com características intermitentes e Carminatti *et al.* (2005c) ao estudar um protocolo similar a este, encontraram o PDFC em 100% dos atletas avaliados das modalidades de handebol, futebol e basquete. Estas avaliações têm a vantagem de serem realizadas em situações mais próximas às realidades de treinamento e competição de atletas onde os esforços são intermitentes, como os esportes coletivos.

Levando-se em consideração os aspectos acima descritos sobre os limiares de transição fisiológica, a afirmação de Souza *et al.* (2003), em relação ao protocolo do de LM, no qual há possibilidade de analisar, em uma única sessão de teste, tanto a aptidão anaeróbia quanto a capacidade aeróbica, a especificidade das avaliações de acordo com as respectivas modalidades e a praticidade da utilização do PDFC, surgiram os seguintes problemas de estudo: a) É possível identificar o LTF através dos métodos LM e PDFC em protocolo progressivo intermitente com pausa? b) Qual a relação entre o LM e PDFC com outros métodos de identificação do LTF?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Estudar métodos de identificação de limiar de transição fisiológica, obtidos a partir de protocolos progressivos intermitentes com pausa.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar a velocidade, a frequência cardíaca e a concentração de lactato correspondentes ao ponto de deflexão da frequência cardíaca, ao segundo limiar de lactato, ao limiar de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ de lactato e ao limiar de lactato mínimo determinados em protocolo progressivo intermitente com pausa.
- Comparar os valores de velocidade, de frequência cardíaca e de concentração de lactato entre os diferentes métodos de identificação do limiar de transição fisiológica.

1.3 Justificativa

A monitoração do treinamento por meio de avaliações fisiológicas e metabólicas periódicas é de grande importância para uma prescrição precisa das cargas de treinamento. Otimizar o tempo necessário para estas avaliações, bem como abranger o maior número possível de variáveis, também são fatores importantes que devem ser considerados.

A proposta de Tegtbur *et al.* (1993) para determinação do LM vem sendo muito estudada nos últimos anos (JONES e DOUST, 1998; CARTER *et al.*, 1999a; SIMÕES *et al.*, 1999; HIGINO e DENADAI, 1998 e 2002; SOUZA *et al.*, 2003). Os estudos desenvolvidos até hoje foram baseados em testes progressivos realizados em laboratório (esteira rolante e cicloergômetro) ou em campo (pista de atletismo). Entretanto, estes testes têm o caráter de testes progressivos contínuos, o que muitas vezes não condiz com a realidade de algumas modalidades esportivas como o futebol, basquetebol, handebol, que têm como característica a realização de esforços intermitentes, no qual suas ações são desenvolvidas num contexto permanentemente variável, ou seja, mudanças constantes de direção com acelerações e

desacelerações e esforços de alta intensidade e curta duração, intercalados com períodos mais longos de recuperação passiva ou ativa.

Para a avaliação de parâmetros fisiológicos busca-se cada vez mais a especificidade das ações realizadas durante os testes. Dados relacionados a esforços intermitentes estão sendo estudados com mais frequência nos últimos anos (REILLY *et al.*, 2000; DE OLIVEIRA, 2000; DOURADO, 2001; KRUSTRUP *et al.*, 2003; AZIZ *et al.*, 2005), mas esta aproximação é incipiente, restando a necessidade de estudos com testes intermitentes com pausa para fornecer informações mais precisas para modalidades que requerem este tipo de esforço. Para tanto, a determinação do LTF utilizando protocolos progressivos intermitentes com pausa, torna-se necessária para a sua maior aplicação em modalidades com tais características.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Limiar de Lactato

Wasserman e McIlroy (1964) denominaram como LAn o ponto de ótima eficiência ventilatória. Posteriormente em 1986, Wasserman definiu o LAn como a intensidade de exercício o consumo de oxigênio (VO_2) imediatamente abaixo do ponto onde ocorre a acidose metabólica e as correspondentes modificações respiratórias. Esta denominação foi apresentada assumindo-se que a partir do LAn ocorria o início da hipóxia celular, sendo um ponto de transição entre o metabolismo puramente aeróbio e o conjuntamente anaeróbio, o que causaria o aumento na [La] de forma não linear ou superior aos níveis de repouso (WASSERMAN, 1986).

Este conceito de LAn foi alvo de vários estudos e controvérsias (KARLSSON e JACOBS, 1982; DI PRAMPERO, 1986; MADER e HECK, 1986; McLELLAN, 1987; MADER, 1991). Suas bases de sustentação, o aumento dos níveis de lactato causado pela insuficiência de oxigênio e sua relação com modificações em parâmetros ventilatórios foram intensamente defendidos (DAVIS, 1985a; 1985b) e criticados (BROOKS, 1985a, 1985b).

Atualmente, para evitar controvérsia, existe a tendência de não generalizar o termo LAn para todos os métodos de identificação do fenômeno. A proposta é denominá-lo segundo a forma que é medido, ou seja, se é com lactato chamaríamos LL (KISS *et al.*, 1988), se é com variáveis ventilatórias, limiar ventilatório (LOAT e RHODES, 1993).

Em uma análise de metodologias tanto invasivas quanto não invasivas (lactato, ventilação e FC) e comparando os resultados obtidos com o padrão MSSL, HECK (1990) mostrou que todas as metodologias estudadas facilitam resultados de referência que, em

alguns pontos, se afastam dos valores de MSSL, mas concluindo que, quanto a validade, todos os métodos se equiparam.

O crescente interesse nas [La] aumentou o número de terminologias comumente utilizadas para descrever os fenômenos derivados de sua medida, os chamados limiares. Estas terminologias incluem LL (IVY *et al.*, 1981; BEAVER *et al.*, 1985; WELTMAN *et al.*, 1990); limiar aeróbio (SKINNER e McLLELAN, 1980); LAn (SKINNER e McLLELAN, 1980; HECK *et al.*, 1985); limiar aeróbio-anaeróbio (KINDERMANN *et al.*, 1979); IAT (STEGMANN *et al.*, 1981, STEGMANN e KINDERMANN, 1982); início da acumulação de lactato sangüíneo (SJÖDIN e JACOBS, 1981); MSSL (HECK *et al.*, 1985) e Dmáx (CHENG *et al.*, 1992).

Diversos fatores têm sido apresentados pela literatura como responsáveis pelo ponto de inflexão na curva do lactato durante o exercício. Desde que a [La] é um resultado líquido de sua produção e remoção, conseqüentemente, uma remoção inadequada do subproduto resulta neste ponto de inflexão na curva do lactato. A contração muscular, o recrutamento das fibras glicolíticas rápidas e a redistribuição do fluxo sangüíneo, também são indicados como contribuintes desta inflexão (BROOKS, 1985a; DAVIS, 1985a).

Estudos têm sugerido que existem somente duas aparentes descontinuidades ou limiares na resposta do lactato sangüíneo durante exercício progressivo que talvez sirva como conceito geral para muitos termos propostos por outras pesquisas (KINDERMANN *et al.*, 1979; SKINNER e McLLELAN, 1980; HECK *et al.*, 1985). O primeiro destes está associado com a primeira carga na qual há um sustentado aumento no lactato sangüíneo acima dos valores de repouso. Este ponto é geralmente consistente com a [La] menor que $2,0\text{mmol.l}^{-1}$. A segunda descontinuidade é marcada por um muito rápido aumento na [La]. Este ponto é representativo da mudança do metabolismo energético oxidativo para parcialmente anaeróbio durante cargas constantes, e se refere ao limite superior da [La] indicando um equilíbrio entre

produção e eliminação de lactato – MSSL. Este segundo ponto está geralmente associado à [La] entre 2,5 e 5,0mmol.l⁻¹. Para evitar maiores confusões a respeito destas terminologias, serão adotados os termos LL₁ e LL₂, respectivamente, para descrever os dois limiares citados acima.

Durante um trabalho físico leve ou moderado, observamos um aumento inicial das [La] durante os primeiros minutos de exercício. Posteriormente, temos uma diminuição destes valores voltando, em alguns casos, quase aos valores pré-exercício e equilibrando-se por volta de 20 minutos de atividade (HECK *et al.*, 1985; HOLLMANN, 1985; MADER e HECK, 1986; MADER, 1991).

Com aumento da carga de exercício verificamos que, a partir de uma determinada intensidade, as [La] aumentam progressivamente, obrigando o indivíduo, em algumas situações, a finalizar precocemente o exercício por fadiga. Esta última intensidade, com o lactato constante, foi denominada de MSSL (HECK *et al.*, 1985; HOLLMANN, 1985, MADER, 1991).

Heck *et al.* (1985) apresentaram que o MSSL corresponderia, aproximadamente, a [La] de 4,0mmol.l⁻¹ estando, em média, 2,0mmol.l⁻¹ acima do LAn proposto, em 1964, por Wasserman (HOLLMANN, 1985; HOLLMANN, 2001). A partir da publicação de Heck, a determinação deste valor de limiar passou a ser rotina para a avaliação da capacidade de rendimento aeróbio e seu uso foi indiscriminado, apesar das variações metodológicas e nível de capacidade aeróbia dos sujeitos estudados. Um ponto importante a ser considerado é que o grupo de Heck enfatiza que a proposta de 4,0mmol.l⁻¹ foi feita a partir de análises de valores estatísticos médios e não individuais (HECK, 1990; HOLLMANN, 1991).

Heck *et al.* em 1985, apresentaram vários estudos sobre o comportamento das [La] em diversas situações, utilizando diferentes metodologias, com protocolos de pista e de laboratório. Também verificaram se a VMSSL correspondia ao valor de médio de 4,0mmol.l⁻¹

utilizando diferentes protocolos. Os resultados mais importantes deste estudo foram: - a MSSL foi encontrada em um valor médio de $[La]$ de $4,02 \pm 0,70 \text{ mmol.l}^{-1}$ em teste com cargas retangulares; - utilizando-se testes com cargas triangulares com duração de 3 a 5 minutos cada estágio, a VMSSL correspondeu a $3,50 \pm 0,60$ e $4,05 \pm 0,68 \text{ mmol.l}^{-1}$, respectivamente; - não houve correlação significativa entre o valor da $[La]$ na VMSSL e a $[La]$ correspondente a esta velocidade no teste progressivo; - variações no tipo e na inclinação da esteira, características do solo nos testes de campo, duração de cada estágio e duração da pausa entre os estágios modificaram a $V4 \text{ mmol.l}^{-1}$; - para a simulação de situações de campo, os testes na esteira devem ser realizados com inclinações variando de 0 a 2%, sendo necessária a execução dos testes em uma mesma esteira ou em mesmo tipo de esteira nos casos em que são realizados testes comparativos.

Deve ser enfatizado que os valores fixos de lactato de 3,5 e $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ são médios e que a execução de exercícios em velocidades correspondentes a eles, não necessariamente representam equilíbrio entre a produção e eliminação do lactato, podendo ou não equilibrar-se com $[La]$ idênticas, maiores ou menores (HECK, 1990). Neste caso, a possibilidade de discriminação da capacidade aeróbia se faz através da intensidade na qual são encontradas estas $[La]$ durante os testes.

As relações entre as concentrações fixas de lactato sanguíneo e o IAT geralmente se apresentam de maneira diferenciada. Bourgois e Vrijens (1997) determinaram o pico de potência, a FC e o VO_2 correspondente limiar de $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ de lactato sanguíneo e o IAT num grupo de 10 remadores durante um teste progressivo num ergômetro de remo. Após 10 dias, dois testes de 30 minutos foram conduzidos com valores do pico de potência correspondendo ao limiar de $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ e o IAT, com objetivo de verificar se a $[La]$ se manteria em *steady-state* durante os 2 testes. Os resultados do protocolo constante revelaram valores significativamente mais baixos para o pico de potência, FC e VO_2 correspondendo ao

IAT quando comparados com o limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$. Todos os sujeitos completaram o teste de carga constante no IAT e apenas 6 no limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$. A $[\text{La}]$ foi maior no limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ e apenas manteve-se em *steady-state* no teste com pico de potência correspondendo ao IAT. Isto indica que ambos deram informações diferentes sobre a capacidade máxima de *endurance*.

Borch *et al.* (1993) introduziram outro ponto a mais para discussão. Estes autores, estudando somente atletas de esportes aeróbios, verificaram que o valor de $[\text{La}]$ de $3,0\text{mmol.l}^{-1}$ deve ser utilizado como índice de MSSL em testes progressivos em esteira. A justificativa apresentada foi que, no grupo estudado, o condicionamento aeróbio era menor que no grupo estudado por Heck *et al.* (1985), além de existir diferenças nos procedimentos dos dois estudos, é preciso que estes resultados sejam confirmados por outras pesquisas.

Estes resultados estão de acordo com a idéia de que a $[\text{La}]$ de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ é elevada para aproximar a intensidade de MSSL para corredores de provas de longa duração e que pode ser um valor baixo para outros tipos de atletas (HECK *et al.*, 1985; STEGMANN e KINDERMANN, 1982).

O estudo de Heck *et al.* (1985) é uma das investigações clássicas sobre concentrações fixas de lactato, sendo uma referência em quase todos os artigos sobre o assunto, entretanto, apresenta problemas com relação a seus resultados, ou seja, a falta de identificação do grau de significância das diferenças encontradas nos valores de 4mmol.l^{-1} com as variações empregadas na metodologia.

Outra dificuldade é que a MSSL depende da modalidade esportiva que está sendo estudada (BENEKE *et al.*, 1993), tendo variações intraindividuais de acordo com a metodologia utilizada. Portanto, é necessária a determinação da MSSL em uma atividade similar ao esporte praticado, pois a especificidade é um dos princípios básicos do treinamento esportivo e da avaliação funcional.

Algumas provas de campo foram revalidadas com objetivo de obter variáveis de referência de MSSL, visto que em outros casos, foram apresentados diferentes métodos de aproximação deste fenômeno.

Utilizando protocolo progressivo em pista (estágios de 3 minutos), similar ao de laboratório, Fleishmann (1993) e Kiss *et al.* (1995) não encontraram diferença significativa entre os valores de velocidade na concentração de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ ($V_{3,5\text{mmol.l}^{-1}}$) nas duas situações ($r= 0,80$), em corredores de nível nacional. A grande dificuldade do teste consiste na necessidade de uma constante movimentação na pista por parte dos responsáveis pelas coletas de sangue.

De Oliveira *et al.* (1993) encontraram um $r= 0,98$ entre os valores de $V_{4\text{mmol.l}^{-1}}$ identificados em pista comparados com os encontrados em laboratório ($13,17 \pm 2,75$ e $13,86 \pm 2,55\text{km.h}^{-1}$, respectivamente), em um grupo heterogêneo de indivíduos. No primeiro protocolo foram utilizadas corridas de 1200m, velocidade inicial de $9,4$ ou $10,8\text{km.h}^{-1}$ e incrementos de $2,8\text{km.h}^{-1}$, com pausa de 1 minuto. No laboratório, foi utilizada a metodologia utilizada por Heck *et al.*, (1985) para identificação de $V_{4\text{mmol.l}^{-1}}$. A limitação neste estudo foi o pequeno número de sujeitos estudados.

Vários dos estudos apresentados partem do princípio, não sempre verdadeiro, de que os testes com distâncias fixas fornecem os mesmos resultados que aqueles nos quais o tempo é fixo, sendo que se realizam por razões práticas. Isto parece ocorrer em intensidades em que a duração de cada estágio está em torno de 4 minutos (FOSTER *et al.*, 1993). Por isso, em algumas das metodologias propostas e não confirmadas é necessário comparar a VMSSL com concentrações fixas de lactato.

De Oliveira *et al.* (1994a) demonstraram a possibilidade de estimar, em esteira rolante, a $V_{3,5\text{mmol.l}^{-1}}$, a partir da medida do valor de FC na velocidade de 12km.h^{-1} (FC_{12}) e a partir da $V_{170\text{bpm}}$. Foram estudados 41 atletas participantes de esportes predominantemente aeróbios,

divididos em 2 grupos, validação (GV, n= 25) e validação cruzada (“*cross-validation*”, GCV, n= 16). No GV, a FC_{12} e a V_{170bpm} estabeleceram com $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ uma correlação de $r= 0,80$ e $r= 0,84$, respectivamente. As equações derivadas foram então aplicadas no GCV, de forma que os valores de predição de $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ foram comparados com os valores interpolados. As associações encontradas entre $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ e os valores encontrados a partir das equações de predição foram $r= 0,83$ e $r= 0,88$ a partir da FC_{12} e V_{170bpm} , respectivamente. Não houve diferenças significativas entre os valores preditos e os interpolados de $V_{3,5mmol.l^{-1}}$, demonstrando a adequação dos modelos propostos. Um ponto interessante deste trabalho foi que tanto no GV, quanto no GCV, a FC na $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ estava próxima ao valor de 170 bpm, levando os autores a indagar sobre a possibilidade de utilizar esta intensidade de exercício como referência de MSSL em atletas com este nível aeróbio. Desta forma, esta metodologia perde aplicabilidade ao ter sido obtida em esteira, devendo ser cuidadosa a transferência direta destes resultados para a pista; além do mais, este enfoque se apresentou pouco preciso para a aproximação de $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ em um grupo homogêneo de triatletas, conforme o estudo de De Oliveira *et al.* (1995), que não encontraram diferenças significativas entre V_{170bpm} , $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ interpolada e $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ estimada a partir de V_{170bpm} . Entretanto, apresentaram um baixo valor de correlação ($r= 0,57$) entre os valores interpolados e estimados de $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ a partir de V_{170bpm} . Uma crítica pertinente a este estudo está na diferença da inclinação da esteira com relação à proposta de De Oliveira *et al.* (1994a), fato que pode ter influenciado os resultados obtidos.

O mesmo grupo apresentou modelos de predição de $V_{3,5mmol.l^{-1}}$ utilizando V_{170bpm} em esteira, em atletas, com $r= 0,80$ (CARVALHO *et al.*, 1994) e através do pico de velocidade em esteira ($r= 0,92$) (DE OLIVEIRA *et al.*, 1994b).

A relação entre rendimento competitivo e valores de limiar e concentrações fixas de lactato é maior quanto mais longa for a distância da prova (FARREL *et al.*, 1979; LA

FONTAINE *et al.*, 1981; DE OLIVEIRA *et al.*, 1994c). Isto se justifica pelo fato de que, com o aumento da distância da corrida, a predominância do metabolismo aeróbio é crescente. Assim, terá maior vantagem metabólica o atleta que tiver melhor capacidade aeróbia.

Atualmente, em atletas, os índices de VMSSL são aceitos como padrão de discriminação da capacidade aeróbia, mostrando a importância de ter altos níveis nestas variáveis para um melhor rendimento aeróbio.

2.2 Limiar de Lactato Mínimo

Davis e Gass (1979) verificaram que, durante um exercício incremental iniciado sob condições de acidose láctica, a [La] diminuía até um ponto mínimo e depois voltava a se elevar. Este ponto de equilíbrio entre a produção e remoção do lactato sanguíneo foi chamado de “lactate minimum” e o teste para sua identificação chamado de “lactate minimum test”.

Tegtbur *et al.*(1993) modificaram o método, inicialmente proposto por Davis e Gass, para um teste de campo para corredores. Neste estudo, a acidose láctica foi induzida por meio de duas corridas exaustivas: uma corrida de 300m e outra de 200m para corredores, ou duas corridas de 200m para jogadores de basquete, com um minuto de intervalo entre elas. Após 8 minutos de intervalo os indivíduos iniciaram uma corrida progressiva com incrementos de 0,33m/s a cada 800m até a exaustão, com mensurações das [La] após cada estágio, no qual foi determinado o LM como o menor ponto na curva da intensidade *versus* [La]. A partir da intensidade correspondente ao LM, os indivíduos realizaram uma corrida de 8km na VLM e outra corrida à uma velocidade superior ao LM em $0,2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir dos resultados, observou-se que todos os corredores de *endurance* completaram a VLM, entretanto, na velocidade acima do LM, apenas 14 sujeitos completaram enquanto outros 11 sujeitos entraram em exaustão após os 6,4km. Com base nestes resultados, pode-se concluir que o LM

representa um demarcador de intensidade de trabalho acima da qual a [La] não pode estabilizar.

Ainda neste estudo, foi verificado se a VLM era uma função da duração da intensidade. Para isso, 13 sujeitos realizaram o protocolo progressivo com incrementos de 400, 800 e 1200m. Os resultados demonstraram que a VLM não foi alterada com os diferentes incrementos. Para verificar a influência da depleção prévia de glicogênio muscular, os autores analisaram 10 sujeitos em condição de glicogênio normal e depletado previamente. Apesar das [La] após a indução da acidose terem sido estatisticamente diferentes, os valores correspondentes a VLM não apresentaram diferenças estatisticamente significantes e, ainda, tiveram uma correlação de $r = 0,98$. Assim, foi demonstrado que a VLM é independente da [La] anterior ao teste progressivo e que as concentrações prévias de glicogênio muscular não interferem na VLM. Este estudo de Tegtbur e colaboradores foi o ponto chave para o despertar do interesse pelo LM.

Após 1993, vários autores se interessaram pelo método e, até então, muitas são as pesquisas desenvolvidas com a metodologia de LM (JONES e DOUST, 1998; CARTER *et al.*, 1999a; SIMÕES *et al.*, 1999; HIGINO e DENADAI, 1998 e 2002; SOUZA *et al.*, 2003; ZAGATTO *et al.*, 2004), entretanto, estudos utilizando protocolos progressivos intermitentes com pausa ainda são inexistentes.

Higino e Denadai (1998) analisaram os efeitos da utilização de diferentes tipos de exercício para a indução da acidose láctica na determinação da intensidade correspondente ao LM. Neste estudo 8 sujeitos realizaram 2 exercícios progressivos em cicloergômetro, que diferiram apenas no tipo de exercício para indução do acúmulo de lactato. Em um deles o indivíduo correu 200m na máxima velocidade e, no outro, foi realizado um teste de Wingate na bicicleta. Tanto a intensidade correspondente ao LM ($r = 0,78$) quanto a FC ($r = 0,63$) não diferiram entre os dois protocolos. Os autores concluíram que o tipo de exercício utilizado

previamente não interfere na intensidade correspondente a LM determinado em cicloergômetro, entretanto, os valores de FC podem ser diferentes dependendo do tipo de exercício realizado. Assim, quando o objetivo do teste for também a determinação da FC, para a prescrição e controle do treinamento de campo, pode ser mais válida a utilização do mesmo exercício (ciclismo + ciclismo) para a realização do protocolo de LM. Da mesma forma, Smith *et al.* (2002) examinaram os efeitos de diferentes protocolos de elevação do lactato para a determinação do LM em ciclistas e não encontraram diferenças significativas na carga do LM entre os métodos utilizados, mas encontraram diferenças na FC entre dois protocolos estudados. Foram utilizados 4 protocolos diferentes, sendo um de rampa máximo com duração de 10 a 12 minutos; um *sprint* máximo de 30 segundos; um *sprint* máximo de 40 segundos ou 2 *sprints* máximos de 20 segundos separados por 1 minuto de intervalo. Após 5 minutos de recuperação, os indivíduos realizaram um teste progressivo para determinação do LM. Neste estudo, houve diferenças significativas na [La] pré-exercício progressivo apenas no primeiro protocolo de elevação do lactato, o qual apresentou valores mais altos que os demais protocolos utilizados. Em relação à carga no LM, não houve diferenças significativas nos valores. Com relação à FC, houve diferença significativa apenas entre o protocolo de rampa máximo e o de 2 *sprints* de 20 segundos. Este estudo demonstrou que o ponto de LM não depende do protocolo de elevação do lactato, entretanto, a taxa de declínio do lactato no sangue mostrou-se dependente da [La].

Para investigar os efeitos da velocidade inicial de corrida no teste incremental para determinação da VLM, Carter *et al.* (1999a) estudaram 8 corredores de *endurance* em 8 testes para determinação do LM com diferentes velocidades iniciais, baseadas no teste incremental para determinação do LL. As velocidades variaram de 3km.h⁻¹ abaixo até 1km.h⁻¹ acima da velocidade de LL. Após duas corridas de 300m e 200m (com velocidades entre 18,5 e 25,5km.h⁻¹) para indução da acidose láctica, os indivíduos realizaram os protocolos

incrementais em ordem randomizada. Os resultados demonstraram que a VLM alterou em função da velocidade inicial do teste incremental sendo protocolo-dependente, bem como foi influenciada pela cinética da recuperação do lactato sanguíneo.

Com relação aos efeitos do período de recuperação sobre a validade do teste de LM, Higino e Denadai (2002) avaliaram 12 corredores de *endurance* aplicando diferentes tempos de recuperação passiva. Para indução da acidose láctica foi realizada uma corrida máxima de 500m e, em seguida, o teste progressivo com velocidades determinadas pela velocidade média do teste de 3km – $V_{m_{3km}}$ (87, 89, 91, 93, 95 e 98% da $V_{m_{3km}}$). Os indivíduos realizaram estes testes duas vezes, sendo que a diferença entre os testes foi com relação ao tempo de recuperação passiva, o qual foi determinado com base no pico de lactato ou então o intervalo do proposto originalmente de 8 minutos (TEGTBUR *et al.*, 1993). Após a análise dos dados, verificou-se que a VLM ($r= 0,96$), a FC ($r= 0,83$) e o pico de lactato ($r= 0,59$) não apresentaram diferenças significantes nas duas situações. Por outro lado, a [La] na VLM ($r= 0,70$) com protocolo original foi significativamente maior que no teste com intervalo de recuperação modificado. Os autores também verificaram a manutenção de 30 minutos de corrida na intensidade do LM para confirmar o MSSL, no entanto, dos 12 atletas, apenas 2 apresentaram o MSSL, enquanto para os demais a VLM superestimou o MSSL. Com base nestes resultados, os autores puderam concluir que a VLM não sofre influência do tempo de recuperação passiva que antecede o teste progressivo, embora a [La] nesta velocidade possa ser diferente e, ainda, o teste de LM não se mostrou válido para a identificação do MSSL.

Souza *et al.* (2003) compararam valores de FC e velocidade identificados no limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ de lactato sanguíneo com valores obtidos no LM, este determinado em pista para indivíduos não atletas, utilizando-se de um *sprint* de 150m para indução prévia da hiperlactacidemia. O protocolo para determinação do LM foi composto por 8 séries de corridas progressivas de 800m, em velocidades entre 84 e 98% da $V_{m_{3km}}$. Neste estudo não

foram encontradas diferenças significativas entre os valores de FC e velocidade nos diferentes protocolos utilizados.

Jones e Doust (1998) investigaram a validade do LM para a determinação da velocidade de MSSL (VMSSL) em corredores, sendo avaliados em esteira rolante. Os resultados demonstraram que a VLM foi significativamente menor que a VMSSL, com uma correlação de $r = 0,61$, entretanto, não foi diferente da VLL_2 ($r = 0,94$). Em relação à FC, esta não foi significativamente diferente entre o LM e MSSL. Já a [La] no LM não foi diferente da [La] no MSSL, no entanto, ambos foram maior que no LL_2 . Os autores relatam que a VLM tem pobre poder discriminatório entre os sujeitos, entretanto pelas vantagens metodológicas do teste de LM, como rapidez e objetividade da avaliação, a validade do teste deve ser questionada tanto em termos conceituais quanto práticos. Para avaliar a sensibilidade do teste de LM às mudanças decorrentes do treinamento de *endurance* de 6 semanas, Carter *et al.* (1999b) compararam a VLM com a VMSSL, VLL_2 e com a velocidade correspondente a $3,0 \text{ mmol.l}^{-1}$. Foi utilizado o limiar de $3,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ pelo fato de que o limiar de $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$ foi identificado apenas em 80% dos indivíduos estudados, e também por que já foi demonstrado que este limiar consistentemente superestima a VMSSL (BORCH *et al.*, 1993; JONES e DOUST, 1998). Os resultados demonstraram que a VLM não foi sensível ao treinamento de *endurance*, pois as velocidades correspondentes aos outros 3 métodos aumentaram significativamente após 6 as semanas de treinamento, e ainda, a FC no LM diminuiu significativamente. Por outro lado, De Lucas *et al.* (2003) verificaram que o teste de LM é válido para determinação do consumo de oxigênio de pico ($VO_{2\text{pico}}$) em sujeitos treinados sendo avaliados em cicloergômetro, embora a potência máxima alcançada tenha reduzido.

Para investigar as respostas das [La] durante o exercício e durante corrida de 30 minutos na velocidade referente ao IAT, ambos realizados em pista, Simões *et al.* (1999) avaliaram 15 sujeitos do sexo masculino, participantes de eventos de *endurance*, identificando

o IAT, o LM e, ainda, verificando o comportamento da [La] e da FC durante a manutenção da intensidade do IAT. O IAT foi determinado como proposto por Stegman *et al.* (1981), a indução de lactacidemia para o teste de LM foi feita por meio de um *sprint* de 500m e após 8 minutos de recuperação um teste incremental foi realizado com intensidades baseadas na $V_{m_{3km}}$ (para IAT intensidade entre 84 e 102% da $V_{m_{3km}}$ e para LM entre 87 e 97%). Os resultados não apresentaram diferenças significantes entre a velocidade de corrida nos métodos de IAT e LM, entretanto, a [La] no IAT ($2,8\text{mmol.l}^{-1}$) teve valores menores quando comparados aos valores no LM ($5,2\text{mmol.l}^{-1}$). Estes resultados em relação à [La] podem ser explicados pela indução prévia de hiperlactacidemia no teste do LM. Durante o teste na velocidade do IAT, os valores das [La] nos minutos 20 ($5,0\text{mmol.l}^{-1}$) e 30 ($5,3\text{mmol.l}^{-1}$) se apresentaram diferentes estatisticamente dos valores do IAT ($2,8\text{mmol.l}^{-1}$). Já em relação aos valores de FC, estes se apresentaram diferentes estatisticamente aos valores do IAT (176 bpm) apenas no minuto 30 (181 bpm). Os autores sugerem que estas diferenças possam estar relacionadas às distâncias dos respectivos testes, sendo que o tempo para perfazer os 800m do teste do IAT é pequeno comparado com os 30 minutos na velocidade constante, o que pode ser suficiente para elucidar maiores [La] e respostas hemodinâmicas.

Simões e colaboradores (1998) apresentaram um modelo de determinação de LTF através de dosagens glicêmicas. Neste modelo foi utilizado o mesmo protocolo de determinação de LM, no qual a intensidade de menor concentração de glicose sangüínea ([Gl]) era correspondente ao limiar de glicose mínima (GM). Neste estudo foram avaliados 12 corredores e foram comparados os seguintes métodos de identificação dos limiares: LM, IAT, limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ de lactato sangüíneo, GM e [Gl] no IAT (IGT). Ao analisarem as velocidades e FC no limiar correspondente a cada um dos métodos, não foram encontradas diferenças significativas entre os mesmos. Correlações significativas foram encontradas entre as velocidades do LM e GM ($r= 0,75$) e entre IAT e IGT ($r= 0,96$). Como conclusões deste

estudo têm-se que foi possível determinar o LTF em corredores fundistas em pista tanto a partir da lactacidemia quanto a partir da glicemia, em qualquer dos protocolos utilizados, sendo assim, uma nova metodologia para determinação de limiar por meio de glicemia sangüínea foi proposto.

Da mesma forma que o estudo anterior, em 1999, o mesmo grupo de autores investigou as respostas das ([Gl]) durante os testes de IAT e de LM em pista, e ainda a possibilidade de considerar ao IGT e GM em adição ao IAT e LM para avaliação da capacidade aeróbia. Para isso, 15 corredores foram avaliados e identificou-se os limiares acima citados e não foram encontradas diferenças significativas nas velocidades correspondentes a estes limiares. Em relação à [Gl], não se encontrou diferença significativa entre o teste de GM e de IGT. As velocidades correspondentes ao IGT e ao IAT e ao GM e LM apresentaram correlações significativas ($r = 0,96$ e $r = 0,77$ respectivamente). Neste estudo, o comportamento da [Gl] nos testes de IAT e IGT apresentou um declínio até alcançar a velocidade de limiar e a partir desta um comportamento similar à [La]. Nos testes para identificar o LM e GM, a [Gl] acompanhou a resposta da [La]. Ambas diminuíram até atingir o LM e depois voltaram a aumentar. Possíveis explicações para este comportamento podem ser feitas relacionando-se com as respostas do aumento da atividade adrenérgica que ocorre concomitantemente ao aumento da intensidade do exercício (PRITZLAFF *et al.*, 2000). Os resultados deste estudo sugerem a possibilidade de utilização das mensurações de glicose para o diagnóstico aeróbico pelo fato das respostas das [Gl] serem similares às respostas das [La] nos dois distintos testes. No entanto, ainda necessita-se de maiores especulações a este respeito.

Seguindo a mesma linha de estudo, Souza *et al.* (2003) compararam a identificação do limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ com o LM e GM determinados em pista para indivíduos não atletas. A determinação da $V_{4\text{mmol.l}^{-1}}$ foi feita por interpolação entre a velocidade e as [La] de duas

corridas de 1200m (intensidades de 85 e 100% da $V_{m_{3km}}$). Para identificar o LM e GM foi realizado um *sprint* de 150m para indução prévia da hiperlactacidemia e após 10 minutos, um teste incremental com 8 séries de corridas de 800m em velocidades baseadas na $V_{m_{3km}}$ (entre 84 e 98%). Para identificação do VLM e da velocidade correspondente ao GM (VGM) foi utilizada a menor [La] e [Gl], respectivamente, durante o teste incremental. Pode-se identificar o LM e GM em todos os participantes do estudo e não houve diferenças estatisticamente significativas tanto entre as velocidades de corrida quanto entre a FC correspondentes ao LM, GM e $V4mmol.l^{-1}$, sendo encontrados valores de $180,7 \pm 34,9$; $182,8 \pm 36,7$ e $183,1 \pm 38,3m.min^{-1}$ para velocidade e $182 \pm 9,33$; $183 \pm 6,7$ e $178 \pm 7,4bpm$ para FC nos diferentes métodos, respectivamente. Altas correlações foram encontradas entre as velocidades sendo LM e GM ($r= 0,99$), LM e $V4mmol.l^{-1}$ ($r= 0,98$) e GM e $V4mmol.l^{-1}$ ($r= 0,98$). Para Souza *et al.* (2003) é possível que em intensidades abaixo do limiar, o consumo de glicose seja maior que sua produção, o que resulta na queda dos níveis de glicose sangüínea no início do teste incremental durante o protocolo de LM. E ainda, o aumento dos níveis de glicemia a partir de intensidades acima do MSSL ocorreria especialmente devido a um aumento da descarga adrenérgica, resultando em uma maior ativação dos β_2 -adrenoceptores causando um aumento da glicogenólise hepática, resultando em maiores níveis de glicose circulante, o que permite identificar a transição aeróbia-anaeróbia a partir da GM.

A abordagem do LM tem vantagem de proporcionar ao mesmo tempo índices de aptidão anaeróbia e aeróbia, sendo bastante útil para o dia a dia do treinamento, com o inconveniente apenas do grande número de coletas sangüíneas que devem ser realizadas e o enorme tempo necessário para cada avaliação individual.

2.3 Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca

O modelo linear foi utilizado por muito tempo para explicar o comportamento da FC em relação à intensidade de trabalho. Entretanto, este modelo era muito simplificado, pois não aproveitava todos os pontos da curva e não era o melhor ajuste para representar este comportamento, o qual foi descrito como sigmóide, em 1972, por Brooke e Hamley. A partir do momento em que o interesse pelo estudo de limiares metabólicos cresceu, bem como os monitores de FC se desenvolveram com mais tecnologia, o modelo linear passou a apresentar sinais de inadequação (LIMA, 1997).

Conconi e colaboradores (1982) reascenderam o interesse pelo estudo da não linearidade da FC, verificando que ela apresentava um platô em cargas mais elevadas, caracterizando uma quebra na sua linearidade, o que foi, então, chamado de PDFC. Inicialmente, os protocolos para a determinação do PDFC eram realizados em campo (CONCONI *et al.*, 1982), posteriormente, foram adaptados para laboratório, visando obter um ambiente mais controlado e evitando determinadas influências das variações de temperatura e umidade. Com isso, muitos protocolos foram adaptados para o cicloergômetro (RIBEIRO *et al.*, 1985; KUIPERS *et al.*, 1988; BUNC e HELLER, 1992; HOFMANN *et al.*, 1994), ao passo que outros foram adaptados para a esteira rolante (JONES e DOUST, 1995; VACHON *et al.*, 1999).

Conconi *et al.* (1982), ao determinarem o PDFC, sugeriram que este ponto seria um indicador de LAn, sendo um método indireto e não invasivo. Este LAn, segundo a explicação de Vachon *et al.* (1999), se refere à velocidade correspondente ao ponto de quebra no qual a [La] aumenta de forma não linear. Este método de muita praticidade é muito utilizado para determinação indireta deste limiar, entretanto muito controverso e criticado (CONCONI, 1996), visto que o PDFC parece não ser uma variável fisiológica generalizável, podendo não ser encontrado em diversos sujeitos (RIBEIRO *et al.*, 1985; JONES e DOUST, 1995). No

entanto, essas diferenças encontradas em diversos trabalhos têm sido atribuídas as diferentes metodologias utilizadas nestes estudos (CONCONI *et al.*, 1996).

Correlacionando a velocidade no PDFC e no então chamado LAn, Conconi *et al.* (1982) encontram uma correlação positiva entre estes parâmetros ($r = 0,99$). No entanto, Vachon *et al.* (1999) encontraram que o PDFC ocorre em velocidades mais altas que o LL₂ medido diretamente ($r = 0,688$).

Ao encontrar esta alta correlação, Conconi *et al.* (1982) afirmam que a relação entre velocidade correspondente ao PDFC (VPDFC) e LAn pode ser observada em vários outros esportes, como, ciclismo, canoagem, patinação e cross-country. Com isso, Droghetti *et al.* (1985) e Cellini *et al.* (1986) adaptaram o teste de Conconi para diversas modalidades (canoagem, ciclismo, caminhada, *ski*, remo, *cross-country*, patinação e natação, respectivamente) encontrando correlações de $r = 0,99$ e $r = 0,84$, respectivamente, entre a VPDFC e a velocidade no LAn, identificado da mesma forma que no estudo de Conconi *et al.* (1982).

Bourgois e Vrijens (1998) demonstraram que o teste de Conconi não é recomendável para estimar o limiar em remadores jovens, pois a potência no PDFC foi mais alta que a do IAT e do limiar de $4,0 \text{ mmol.l}^{-1}$, sendo diferente estatisticamente apenas na primeira.

Embora o método tenha sofrido modificações (CONCONI *et al.*, 1996), e o estudo de Ribeiro *et al.* (1985) tenha indicado que o ponto de quebra da curva da FC pode coincidir com o LL₂, a literatura apresenta diversas pesquisas que se contrapõem à utilização do método de PDFC como indicador do LL₂. Tais estudos demonstram que o PDFC tem superestimado o LL₂, ou que o mesmo não possui correlação significativa com este limiar, além de ocorrer somente em alguns sujeitos e ser sistematicamente influenciado por modificações do protocolo de teste utilizado (KRÜGER *et al.*, 1988; HECK *et al.*, 1988; BOURGOIS e VRIJENS, 1998; VACHON *et al.*, 1999).

Parece que o PDFC superestima o MSSL e a velocidade relativa ao MSSL, mas alguns estudos mostram a possibilidade de manter as variáveis metabólicas constantes quando existe a realização de carga retangular nesta intensidade (JONES e DOUST, 1995; BOURGOIS e VRIJENS, 1998). Com o aumento da aptidão aeróbia parece que existe uma maior aproximação entre o PDFC e o LL_2 , diminuindo a diferença entre eles.

Existem algumas tentativas de fundamentação teórica para a existência e para a não existência do PDFC. A partir de estudos de ecocardiografia, foi demonstrado que os atletas que apresentam um PDFC durante uma prova progressiva são aqueles que tem maior espessura da parede do miocárdio, especulando-se que a ocorrência do PDFC é causada por uma menor eficiência da função cardíaca durante o exercício de alta intensidade em atletas com maiores espessuras das paredes do coração (LUCÍA *et al.*, 1999).

No entanto, parece que o tempo necessário para o ajuste da FC para a carga está entre 15-30 segundos com pequenos incrementos de carga (VACHON *et al.*, 1999), sendo que outros estudos apresentaram a possibilidade da identificação do PDFC em protocolos de estágios com tempo fixo (HOFMANN *et al.*, 1994).

Apesar das limitações e dúvidas, o PDFC identificado em condições de campo é uma das metodologias mais utilizadas em Medicina e Ciências do Esporte (LUCÍA *et al.*, 2001) e uma alternativa atrativa, pelo baixo custo e potencial de avaliação específica (DENADAI, 1995).

3 METODOLOGIA

3.1 Sujeitos do estudo

Fizeram parte deste estudo 10 atletas do sexo masculino praticantes de futebol, pertencentes à categoria profissional, com idade média de $19,99 \pm 1,75$ anos. Os sujeitos foram previamente informados dos procedimentos das avaliações e assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina (Protocolo CEP nº 108/05), concordando em participar do estudo.

3.2 Local de realização da coleta de dados

A avaliação antropométrica foi realizada nas dependências do Laboratório de Pesquisa Morfo-Funcional do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). O teste progressivo intermitente com pausa (TPI) e o teste para indução da acidose metabólica foram realizados no campo de futebol do referido Centro.

3.3 Procedimentos da coleta de dados

A coleta de dados foi dividida em três etapas. A primeira delas foi realizada no laboratório. Ao chegarem, os indivíduos foram informados dos procedimentos da coleta de dados e assinaram um termo de consentimento, concordando em participar da pesquisa. Em seguida, cada atleta foi submetido a uma avaliação antropométrica (massa corporal, estatura e dobras cutâneas). Na sequência, a segunda etapa foi realizada em um campo de futebol de grama, no qual os sujeitos realizaram o TPI para identificação do LTF (PDFC, LL₂, limiar de

concentração fixa de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ - $13,5\text{mmol.l}^{-1}$). Este protocolo foi modificado de Carminatti *et al.* (2004). Nesta segunda etapa a temperatura média foi de $18,3 \pm 3,7$ graus e a umidade relativa do ar foi em média $47,8 \pm 4,5\%$. A terceira etapa também foi realizada no campo de futebol, com um intervalo mínimo de 48 horas da segunda etapa. Nesta etapa cada indivíduo realizou primeiramente um teste de aptidão anaeróbia (BAKER *et al.*, 1993), com o objetivo de indução da acidose láctica. Após 8 minutos de intervalo, o indivíduo foi submetido ao TPI, para a identificação o LM. Esta terceira etapa teve média de temperatura ambiente de $22,8 \pm 2,2$ graus e umidade relativa do ar média de $60,9 \pm 11,9\%$.

3.3.1 Medidas antropométricas

As medidas foram obtidas seguindo a padronização proposta por Petroski (1999). Foram realizadas medidas de massa corporal (balança eletrônica marca TOLEDO), estatura (estadiômetro da marca SANNY) e dobras cutâneas tricipital, sub-escapular, supra-ílica anterior e abdominal (compasso científico da marca CESCORF).

3.3.2 Protocolo do teste progressivo intermitente (Teste 1)

O TPI iniciou com uma velocidade de 9km.h^{-1} , com incrementos de $1,2\text{km.h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária do sujeito. Os estágios foram compostos por 10 corridas de ida e volta, iniciando com uma distância de 15m e aumentando 2m a cada estágio (figura 1). Cada ida e volta teve um intervalo de 6 segundos e a última corrida de cada estágio teve 45 segundos de intervalo para a coleta de $25\mu\text{l}$ de sangue do lóbulo auricular para determinação das [La]. O protocolo do teste foi previamente editado em um *software* específico, no qual a velocidade foi controlada por meio de sinais sonoros, que foram emitidos pelo próprio programa e ampliados por uma caixa de som para melhor audição. Durante este teste, a FC foi

monitorada com registros a cada 5 segundos, sendo registrada a FC final de cada estágio. Este protocolo foi modificado a partir do proposto por Carminatti *et al.* (2004), o qual difere na duração dos estágios e nos incrementos de velocidade. Originalmente os estágios eram compostos por 90 segundos com incrementos de $0,6 \text{ km.h}^{-1}$ a cada estágio, no entanto, para melhor adequação aos objetivos do presente estudo, os estágios foram de 180 segundos e incrementos de $1,2 \text{ km.h}^{-1}$ a cada estágio.

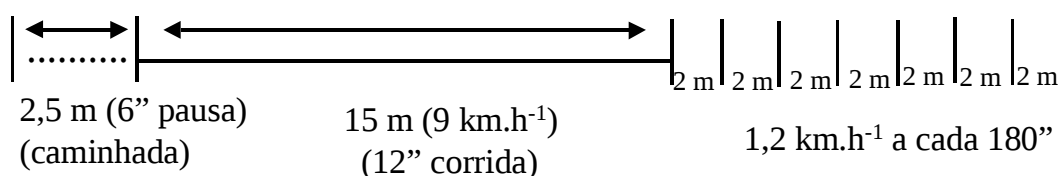


Figura 1: Esquema ilustrativo do Teste de Carminatti *et al.*, (2004) modificado.

3.3.3 Protocolo do teste para indução da acidose láctica (Teste 2)

Os avaliados realizaram um teste de aptidão anaeróbia (figura 2), que constituiu em 8 corridas de 40m com mudanças de direção, em velocidade máxima, com intervalos de 20 segundos entre cada uma (BAKER *et al.*, 1993). Este teste teve por objetivo induzir a acidose láctica nos indivíduos. Após o término deste teste, foram coletadas amostras de sangue capilar no primeiro e no sétimo minutos, para determinação das [La]. No oitavo minuto, o indivíduo iniciou o TPI até a exaustão voluntária. Novamente foram coletadas amostras de sangue ao final de cada estágio para determinação das [La]. A FC foi monitorada durante todo teste sendo registrada a FC final de cada estágio. Esta segunda realização do TPI seguiu os mesmos procedimentos já descritos anteriormente.

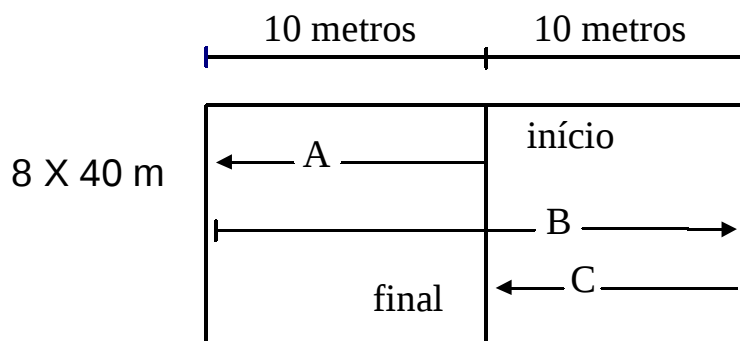


Figura 2: Esquema ilustrativo do Teste de Baker *et al.* (1993).

3.3.4 Coleta de sangue e mensurações da [La] e FC

Conforme já mencionado, as coletas de sangue foram realizadas ao final de cada estágio do TPI, bem como no primeiro e sétimo minutos após o teste de Baker. O procedimento da coleta de sangue foi precedido da aplicação de uma pomada vasodilatadora (Finalgon[®]), anti-sepsia (álcool 70%) e perfuração do lóbulo da orelha com lanceta descartável, sendo coletados 25µl de sangue em capilares heparinizados. A cada nova coleta, o procedimento de anti-sepsia era repetido, para evitar a contaminação no local. As amostras de sangue foram utilizadas para as dosagens das [La], as quais foram realizadas imediatamente após a coleta no analisador portátil Yellow Springs[®] (modelo 1500). Este equipamento foi calibrado antes do início das coletas de acordo com os procedimentos preconizados pelo fabricante.

Com relação à FC, esta foi monitorada durante todo o TPI através do freqüencímetro marca Polar[®] (modelo S610i), sendo registrada a FC final de cada estágio. Foi determinada ainda a FC máxima prevista pela idade ($FC_{máx_{pred}}$) pela fórmula clássica de Karvonen $F_{cmáx} = 220 - idade$.

3.4 Identificação do limiar de transição fisiológica

O LTF foi identificado através dos métodos citados abaixo, sendo posteriormente identificadas: a velocidade, a FC e a [La] correspondentes a este limiar:

Teste 1:

- Segundo Limiar de lactato (BERG *et al.*, 1990): determinou-se o menor valor do equivalente [La] / velocidade para encontrar o LL₁, à [La] referente a este limiar, somou-se 1,5mmol.l⁻¹ e obteve-se o LL₂.
- Limiar de 3,5mmol.l⁻¹: identificou-se por interpolação da velocidade e da FC correspondentes à [La] de 3,5mmol.l⁻¹.
- Ponto de deflexão da FC (KARA *et al.*, 1996): utilizando-se os valores de FC acima de 140bpm, traçou-se uma reta entre os pontos iniciais e finais da FC pela velocidade e, em seguida, fez-se um ajuste polinomial de terceira ordem com todos os pontos de FC. No ponto de maior diferença entre a reta e a curva (chamado de Dmáx), foi identificada a FC e a velocidade correspondentes a este ponto.

Teste 2.

- Limiar de lactato mínimo (TEGTBUR *et al.*, 1993): determinou-se pelo gradiente zero da tangente da função polinomial lactato *versus* velocidade do TPI realizado após a indução da acidose láctica.

3.5 Variáveis do estudo

A partir da realização do Teste 1, foram analisadas as seguintes variáveis:

- Pico de velocidade (PV)

- Frequência cardíaca máxima (FC_{máx})
- Concentração de lactato no final do TPI ([La]_{final})
- Ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC)
- Velocidade correspondente ao PDFC (VPDFC)
- Concentração de lactato correspondente ao PDFC ([La]_{PDFC})
- Frequência cardíaca correspondente ao LL₂ (FCLL₂)
- Velocidade correspondente ao LL₂ (VLL₂)
- Concentração de lactato no LL₂ ([La]_{LL2})
- Frequência cardíaca correspondente ao L3,5mmol.l⁻¹ (FCL_{3,5})
- Velocidade correspondente ao L3,5mmol.l⁻¹ (V3,5mmol.l⁻¹)

A partir da realização do protocolo de lactato mínimo (Teste 2) foram analisadas as seguintes variáveis:

- Pico de velocidade (PV)
- Frequência cardíaca máxima (FC_{máx})
- Concentração de lactato no final do TPI ([La]_{final})
- Frequência cardíaca no LM (FCLM)
- Velocidade correspondente ao limiar de lactato mínimo (VLM)
- Concentração de lactato correspondente ao LM ([La]_{LM})

3.6 Tratamento estatístico

Para a análise dos dados de caracterização dos sujeitos do estudo foi utilizada a estatística descritiva e os dados foram expressos como a média $\pm$ desvio padrão. Para a comparação entre as variáveis analisadas foi utilizada a análise de variância seguida pelo teste de “Scheffé”. Para verificar os níveis de correlação entre as variáveis estudadas, foi utilizada a correlação de “Pearson”. A probabilidade aceita como indicativa da existência de diferenças estatisticamente significativas foi $p \leq 0.05$.

4 RESULTADOS

As variáveis antropométricas que caracterizam a amostra são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Média e desvio padrão das variáveis antropométricas que caracterizam da amostra.

n (10)	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	%gordura (%)
Média (±)	19,99 ± 1,75	72,48 ± 5,68	178,19 ± 5,87	10,51 ± 0,89

As demais tabelas apresentam os resultados das diversas variáveis estudadas. Inicialmente, na tabela 2, encontram-se os valores de pico de velocidade (PV), frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) e concentração de lactato ([La]_{final}) referentes ao final do primeiro teste progressivo (TPI1), no qual se identificou o PDFC, LL₂ e L3,5mmol.l⁻¹, e ao final do segundo teste progressivo (TPI2), no qual se identificou o LM, e ainda, o percentual da FC_{máx_{pred}} (%FC_{máx_{pred}}) que foi atingido durante os dois testes.

Tabela 2: Média e desvio padrão da FC_{máx}, PV e [La]_{final} referentes aos dois testes progressivos realizados.

n (10)	FC_{máx_{pred}} (bpm)	FC_{máx_{real}} (bpm)	%FC_{máx_{pred}} (%)	PV (km.h⁻¹)	[La]_{final} (mmol.l⁻¹)
TPI1	200 ± 2	193 ± 7	96,3 ± 3,3	16,8 ± 1,1	11,1 ± 3,2
TPI2	200 ± 2	193 ± 7	96,3 ± 3,5	16,3 ± 1,2	9,8 ± 2,4

Observando os dados desta tabela, pode-se perceber a homogeneidade da amostra. A comparação das variáveis acima avaliadas entre o TPI1 e o TPI2, não demonstrou diferenças

estaticamente significativas em nenhuma delas, inclusive a $[La]_{final}$, apesar de apresentar valores diferentes. Analisando ainda os dados da tabela 2, pode-se perceber que os dois testes progressivos foram máximos, pois os valores de FCmáx real (FCmáx_{real}) alcançados foram, em média, acima de 95% da FCmáx_{pred} pela idade.

Na tabela 3 são apresentados os dados referentes ao LTF identificados pelos diferentes métodos, sendo eles: PDFC, LL₂, L3,5mmol.l⁻¹ e LM.

Tabela 3: Média e desvio padrão das variáveis referentes ao limiar de transição fisiológica identificados pelos diferentes métodos

n (10)	Velocidade	FC	[La]	%FCmáx	%PV
	(km.h⁻¹)	(bpm)	(mmol.l⁻¹)	(%)	(%)
PDFC	14,2 ± 1,6	184 ± 6	4,4 ± 1,4	95,7 ± 2,1	84,3 ± 5,0
LL₂	13,2 ± 1,4	175 ± 9	2,6 ± 0,3 ^a	90,8 ± 3,5 ^a	78,6 ± 6,9
L3,5mmol.l⁻¹	13,7 ± 1,0	180 ± 7	3,5 ± 0,0	93,7 ± 2,6	81,6 ± 2,7
LM	12,9 ± 0,5	176 ± 13	3,5 ± 1,3	91,3 ± 5,7	79,3 ± 6,2

a: diferença significativa em relação ao PDFC, $p \leq 0,05$

A partir da análise dos dados apresentados na tabela 3, não foram verificadas diferenças significativas entre os valores de velocidade e de FC encontrados através dos diferentes métodos de identificação do LTF. Pode-se observar nesta tabela que, dos métodos de identificação, o PDFC foi encontrado a uma porcentagem mais elevada da FCmáx (95,7 ± 2,1%) e do PV - %PV - (84,3 ± 5,0%), sendo diferente estatisticamente apenas do LL₂, o qual ocorreu a uma porcentagem de 90,8 ± 3,5% da FCmáx e de 78,6 ± 6,9% do PV. O L3,5mmol.l⁻¹ e o LM ocorreram a 93,7 ± 2,6 e 91,3 ± 5,7% da FCmáx, respectivamente, e a 81,6 ± 2,7 e 79,3 ± 6,2% do PV, respectivamente.

Ainda observando a tabela 3, com relação à [La] referente ao limiar identificado pelos diferentes métodos, somente a [La] obtida no PDFC ($4,4 \pm 1,4 \text{ mmol.l}^{-1}$) apresentou valores significativamente mais altos quando comparado ao LL_2 ($2,6 \pm 0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$). Os demais valores de [La] não apresentaram diferenças estatisticamente significativa, sendo que a [La] no LM ($3,5 \pm 1,3 \text{ mmol.l}^{-1}$) foi bastante similar a [La] no L3,5 mmol.l^{-1} .

Nas tabelas a seguir são apresentados os resultados do teste de correlação de Pearson para FC, velocidade e [La], nos diferentes métodos de identificação do LTF.

Tabela 4: Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável FC

n (10)	PDFC	LL_2	L3,5 mmol.l^{-1}
PDFC			
LL_2	0,63		
L3,5 mmol.l^{-1}	0,72*	0,91**	
LM	0,55	0,82**	0,92**

*: correlação significativa a nível de $p \leq 0,05$

**: correlação significativa a nível de $p \leq 0,01$

Como visto na tabela 4, foram encontradas correlações significativas entre FCLL_2 e $\text{FCL}_{3,5}$ ($r = 0,91$) (gráfico 1), entre FCLL_2 e FCLM ($r = 0,82$) (gráfico 2), entre $\text{FCL}_{3,5}$ e FCLM ($r = 0,92$) (gráfico 3) e entre $\text{FCL}_{3,5}$ e PDFC ($r = 0,72$) (gráfico 4). Somente entre FCLL_2 e PDFC ($r = 0,63$) (valor de $p = 0,05$) e entre FCLM e PDFC ($r = 0,55$) as correlações não foram significantes.

Os gráficos de 1 a 4 representam as correlações significativas encontradas entre os diferentes métodos para a variável FC.

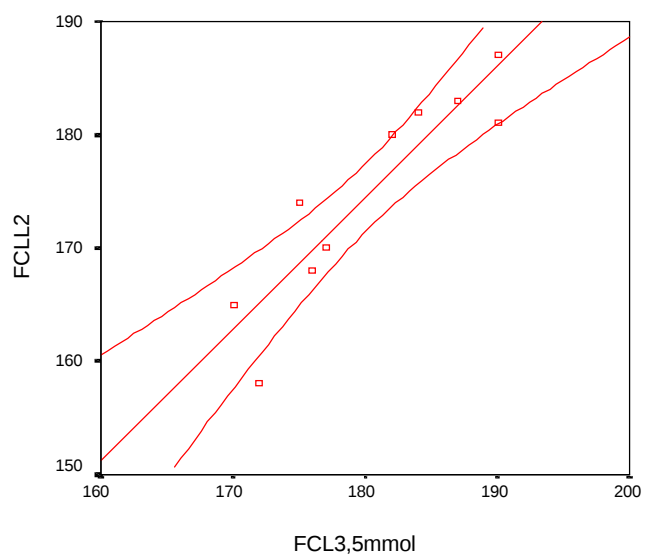


Gráfico 1: Correlação de Pearson entre as variáveis $FCLL_2$ e $FCL3,5mmol$.

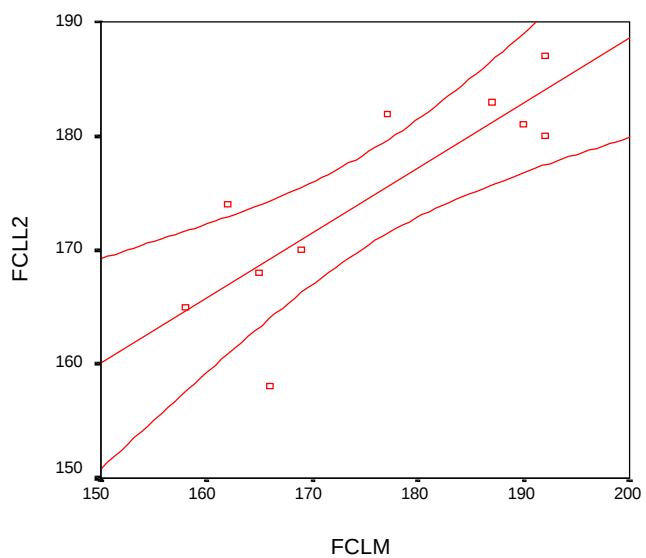


Gráfico 2: Correlação de Pearson entre as variáveis $FCLL_2$ e $FCLM$.

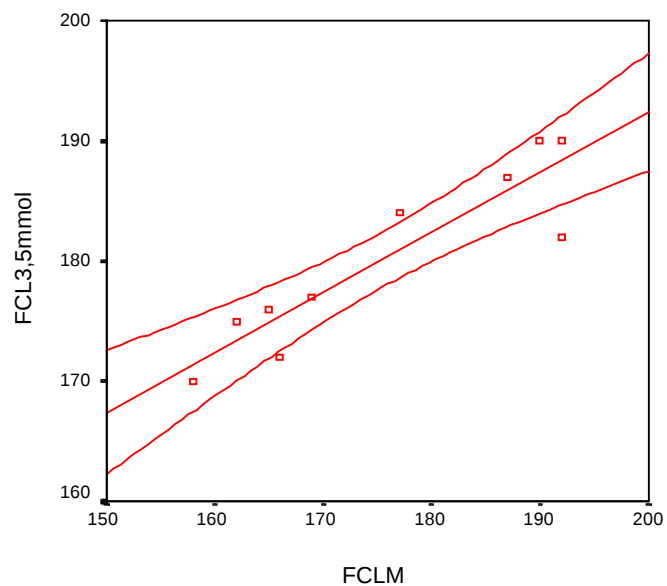


Gráfico 3: Correlação de Pearson entre as variáveis FCL3,5mmol e FCLM.

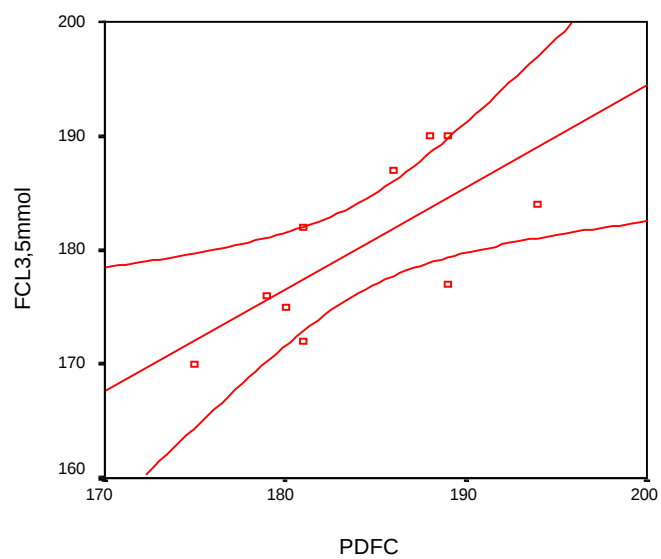


Gráfico 4: Correlação de Pearson entre as variáveis FCL3,5mmol e PDFC.

A tabela 5 apresenta os valores de correlação de Pearson para a variável velocidade.

Tabela 5: Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável velocidade

N (10)	PDFC	LL₂	L3,5mmol.l⁻¹
PDFC			
LL₂	0,69*		
L3,5mmol.l⁻¹	0,92**	0,72*	
LM	0,012	0,017	0,27

*: correlação significativa a nível de $p \leq 0,05$

**: correlação significativa a nível de $p \leq 0,01$

No presente estudo, as únicas correlações significantes para a variável velocidade ocorreram entre os métodos de L3,5mmol.l⁻¹ e LL₂ ($r = 0,72$) (gráfico 5), PDFC e LL₂ ($r = 0,69$) (gráfico 6) e entre L3,5mmol.l⁻¹ e PDFC ($r = 0,92$) (gráfico 7). Não foram encontradas correlações significativas entre VLM e VLL₂, entre VLM e V3,5mmol.l⁻¹ e entre VLM e VPDFC ($r = 0,017$, $r = 0,27$ e $r = 0,27$, respectivamente).

Os gráficos de 5 a 7 representam as correlações significativas encontradas entre os diferentes métodos para a variável velocidade.

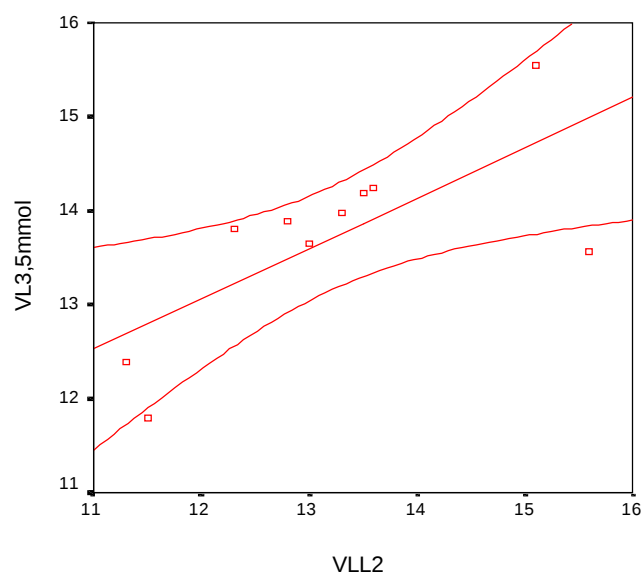


Gráfico 5: Correlação de Pearson entre as variáveis VL3,5mmol e VLL₂.

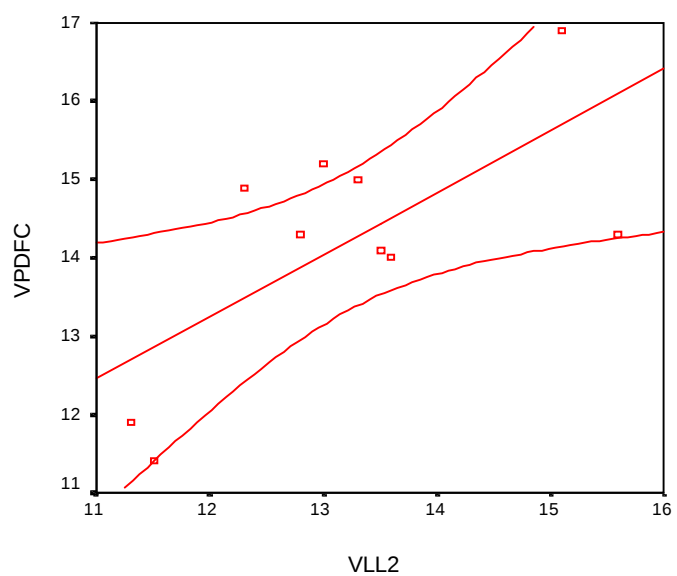


Gráfico 6: Correlação de Pearson entre as variáveis VPDFC e VLL₂.

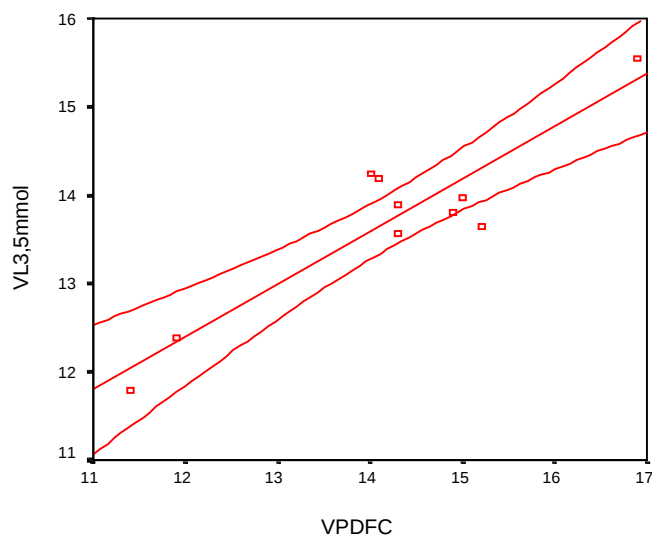


Gráfico 7: Correlação de Pearson entre as variáveis VL3,5mmol e VPDFC.

Na tabela 6 são apresentados os valores de correlação para a variável [La].

Tabela 6: Valores de correlações de Pearson entre os diferentes métodos na variável [La]

n (10)	PDFC	LL ₂	L3,5mmol.l ⁻¹
PDFC			
LL ₂	-0,179		
L3,5mmol.l ⁻¹			
LM	-0,505	0,54	

Com relação à [La], não foram encontradas correlações significantes entre nenhum dos métodos analisados (tabela 6), apesar de ter sido encontrada diferença significante entre

PDFC ($4,4 \pm 1,4 \text{ mmol.l}^{-1}$) e LL_2 ($2,6 \pm 0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$). Da mesma forma, apesar da [La] no LM ter sido a mesma que a encontrada no $\text{L3},5 \text{ mmol.l}^{-1}$, ambas não apresentaram correlação significativa.

5 DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi identificar, através de diferentes métodos, o LTF em protocolos progressivo intermitente com pausa. O ponto diferencial do presente estudo está nos protocolos utilizados, visto que os modelos de determinação de limiares baseiam-se, quase que exclusivamente, em protocolos progressivos contínuos sem pausas (STEGMANN *et al.*, 1981; HECK *et al.*, 1985; TEGTBUR *et al.*, 1993). Levando-se em consideração a especificidade de avaliações para as diferentes modalidades esportivas, a determinação do LTF por meio de protocolo progressivo intermitente com pausa, pode fornecer informações mais úteis para a avaliação e prescrição do treinamento.

Quando tratamos com esportistas, um dos princípios básicos da avaliação funcional é a especificidade; por esse motivo, as medidas obtidas em esteira rolante, embora forneçam informações seguras, são insuficientes para o controle eficaz das intensidades de treinamento (CHICHARRO e ARCE, 1981; HECK *et al.*, 1985). Os testes de campo nos fornecem dados mais úteis para guiarmos o treinamento (SZOGY, 1987), evitando diversos problemas, como por exemplo, dificuldades de coordenação na corrida em esteira rolante no laboratório (VAN DAM, 1982).

Neste contexto, um dos testes utilizados é o teste Yo-Yo (BANGSBO, 1996; DOURADO, 2001; KRUSTRUT *et al.*, 2003; AZIZ *et al.*, 2005), sendo recomendado como um teste adequado para a avaliação da *performance* de *endurance* de jogadores de futebol.

Autores como Bangsbo (1996), Nicholas *et al.* (2000) e Carminatti *et al.* (2004) estudaram protocolos de teste mais específicos para a modalidade de futebol, mas que também podem ser utilizados para as avaliações de esportes com características similares.

Estes protocolos baseiam-se, principalmente, na corrida com mudanças de direção e na pausa entre os estágios, o que permite aos avaliados realizarem os mesmos movimentos de situações específicas de treinos e jogos. Sendo assim, para as informações do teste aplicado no presente estudo serem mais específicas para modalidades com características intermitentes e mais úteis na prescrição de treinamento, optou-se pela utilização tanto de um protocolo progressivo intermitente com pausa, quanto de um protocolo para indução da acidose láctica (no protocolo de LM) com as mesmas características, ou seja, mudanças bruscas de direção e pausas entre as séries de corrida.

Recentemente em nosso laboratório foi desenvolvido um protocolo de teste específico para modalidades com características intermitentes - TCAR (CARMINATTI *et al.*, 2004). Este teste vem apresentando bons resultados no que concerne à avaliação e prescrição de treinamento para atletas de modalidades com tais características (PIOVEZANA *et al.*, 2004; DE OLIVEIRA *et al.*, 2005; CARMINATTI *et al.*, 2005a; 2005b; 2005c). No estudo de Carminatti *et al.* (2005a), foi verificado que o TCAR apresenta alto grau de sensibilidade aos efeitos do treinamento em jovens atletas de futebol para indicadores de aptidão aeróbia. Verificando a manutenção de estado de equilíbrio fisiológico por meio da [La], Carminatti *et al.* (2005b), sugerem cautela em assumir o pressuposto de que na intensidade do PDFC identificado no TCAR é possível encontrar estado de equilíbrio fisiológico, pois isto não foi verificado em todos os sujeitos estudados, apenas em 75% deles.

Entretanto, no presente estudo, o protocolo original do TCAR foi modificado para que atendesse a algumas necessidades, principalmente em relação às respostas da [La]. Para que esta pudesse responder de forma mais adequada, a duração de 90 segundos de cada estágio foi aumentada para 180 segundos. Sendo assim, Piasecki *et al.* (2005) fizeram uma primeira verificação deste protocolo modificado para a identificação do LTF pelos métodos D_{máx} (Kara *et al.*, 1996), equivalente [La]/velocidade (Berg *et al.*, 1990) e limiar de [La] fixa de

4,0mmol.l⁻¹ (Heck *et al.*, 1985). Os resultados deste estudo mostraram que o limiar de 4,0mmol.l⁻¹ apresentou-se estatisticamente superior aos demais métodos, sendo encontradas correlações significativas na variável velocidades entre os métodos Dmáx e equivalente (r= 0,62), entre equivalente e 4,0mmol.l⁻¹ (r= 0,92) e entre Dmáx e 4,0mmol.l⁻¹ (r= 0,68). Já na variável FC, as correlações significativas encontradas foram entre Dmáx e equivalente (r= 0,85), entre Dmáx e 4,0mmol.l⁻¹ (r= 0,62) e entre 4,0mmol.l⁻¹ e equivalente (r= 0,74). Utilizando este mesmo protocolo modificado, Piasecki (2005) identificou o LL₂ e o PDFC em todos os sujeitos estudados, não sendo verificada uma correlação significativa entre a VPDFC e a VLL₂ (r= 0,46), mas uma correlação significante entre PDFC e FCLL₂ (r= 0,79). Com base nestes estudos e em outros já citados anteriormente (BORCH *et al.*, 1993; JONES e DOUST, 1998), pode-se observar que o limiar de 4,0mmol.l⁻¹ parece superestimar o LTF quando se utiliza protocolos progressivos intermitentes com pausa, por isso, optou-se em utilizar a [La] fixa de 3,5mmol.l⁻¹.

Da mesma forma que a opção pelo TPI, a opção pelo teste de Baker *et al.* (1993), para a indução da acidose metabólica no protocolo de LM, foi feita em função deste também apresentar características específicas de modalidades intermitentes, como sucessivas corridas de curta duração com mudanças bruscas de direção e curtos intervalos de descanso.

Além da escolha dos referidos testes, o presente trabalho também teve o cuidado de estudar o LTF em um grupo de atletas de futebol, visando maior aplicabilidade dos resultados para esta modalidade esportiva.

A partir dos resultados obtidos, pode-se observar que a amostra estudada foi bastante homogênea, fato que pode ter influenciado alguns dos resultados encontrados referentes ao LTF. A comparação das variáveis PV, FCmáx e [La]_{final} entre o TPI1 e TPI2 não demonstrou diferenças estatisticamente significativas em nenhuma delas, inclusive para a [La]_{final}, com tendência de menores valores no TPI2. O fato do TPI2 iniciar com uma [La] elevada (13,2 ±

2,34mmol.l⁻¹), não influenciou na [La] final. Ao contrário, é provável que a ativação dos mecanismos de remoção e oxidação do lactato durante os primeiros estágios do teste progressivo, possam explicar a redução da [La] ao final do TPI2.

Além disso, a comparação das variáveis referentes ao LTF identificadas pelos diferentes métodos, não demonstrou diferença significativa para a FC e velocidade, somente para a [La].

Visto que a diferença significativa encontrada foi apenas para a [La] entre o PDFC e o LL₂ e não para as velocidades correspondentes a cada um dos referidos métodos, e ainda por não ter sido estudada a intensidade de MSSL, não se pode afirmar que um ou outro método poderia estar superestimando esta variável.

Os estudos que analisam a relação do PDFC com outros métodos de identificação de limiar dificilmente relatam valores de [La] encontrado neste ponto, o que torna difícil uma comparação mais apurada sobre isto. O fato deste método utilizar a FC e não a [La] para a identificação do ponto de transição fisiológica, pode ter sido determinante desta maior [La], apesar dos valores de FC também não apresentarem diferenças significantes. Isto talvez se justifique pelo fato de que a FC e a [La] não apresentam o mesmo tipo de comportamento durante exercício progressivos, sendo que a FC apresenta um comportamento sigmóide e a [La] um comportamento exponencial. E por último, pelos valores de percentual da FC_{máx} (%FC_{máx}) no qual foram identificados cada um dos limiares, vê-se que o PDFC ocorreu a um percentual mais elevado do que todos os outros métodos, sendo diferente estatisticamente do percentual onde identificou-se o LL₂.

Vários estudos relatam que o PDFC superestima o LTF (KRÜGER *et al.*, 1988; HECK *et al.*, 1988; BOURGOIS e VRIJENS, 1998; VACHON *et al.*, 1999). Tais estudos demonstram que o PDFC tem superestimado o LL₂, ou que o mesmo não possui correlação significativa com este limiar, além de ocorrer somente em alguns sujeitos e ser

sistematicamente influenciado por modificações do protocolo de teste utilizado. Algumas diferenças metodológicas têm sido apresentadas como justificativa para a divergência dos resultados encontrados nos trabalhos citados acima (CONCONI *et al.* 1996).

Carminatti *et al.* (2005b) avaliaram a manutenção do estado de equilíbrio fisiológico na intensidade do PDFC identificado em protocolo progressivo intermitente e encontraram este equilíbrio em apenas 75% dos 32 avaliados. Apesar de não ter sido encontrada diferenças significativas entre a FC no PDFC (177 ± 8 bpm) e a FC média no teste de carga constante (179 ± 10 bpm), os autores sugerem cautela na utilização do PDFC como indicador de estado de equilíbrio fisiológico.

Bourgois e Vrijens (1998) avaliaram a validade do teste de Conconi em remador ergométrico e identificaram o PDFC em todos os avaliados. Porém, a potência no PDFC foi 22% mais alta que a do IAT e 7% mais alta que a do limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$, apresentando diferenças estatisticamente significativas para o primeiro e não apresentando correlações significativas entre nenhum dos métodos. Neste mesmo sentido, Vachon *et al.* (1999) verificaram que o PDFC ocorre em velocidades mais altas que o LL_2 medido diretamente ($r=0,688$). Estes dados demonstram que o PDFC parece, novamente, superestimar o LTF.

Outros autores, ao compararem a velocidade correspondente ao LTF identificado por diferentes métodos, encontraram resultados similares ao do presente estudo, apesar dos métodos terem sido diferentes (SIMÕES *et al.*, 1999; SOUZA *et al.*, 2003; JONES e DOUST, 1998). Simões *et al.* (1998) não encontraram diferenças significantes entre os métodos LM, limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ e IAT nas variáveis velocidade e FC. No entanto, a [La] correspondente aos limiares analisados, se mostrou significativamente mais elevada no LM ($5,3 \pm 2,1\text{mmol.l}^{-1}$) e limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ ($4,0 \pm 0,0\text{mmol.l}^{-1}$) do que no IAT ($2,8 \pm 0,6\text{mmol.l}^{-1}$). Os autores atribuem esta maior [La] no LM pelo fato da indução prévia da acidose metabólica, que elevou os níveis de lactato sanguíneo a valores acima de $8,0\text{mmol.l}^{-1}$. No entanto, os valores

de [La] no IAT estavam de acordo com os dados de Stegmann *et al.* (1981), que encontraram valores entre 1,7 e 7,5mmol.l⁻¹ para o IAT e ainda, as [La] no LM estavam de acordo com os dados de Tegtbur *et al.* (1993), que se encontravam entre 3,0 e 6,0mmol.l⁻¹. No presente estudo o valor da [La] no sétimo minuto após a indução da acidose metabólica foi de 13,21 ± 2,33mmol.l⁻¹.

Embora o tempo de recuperação entre os dois exercícios e a [La] prévia ao teste progressivo pareça influenciar no VLM, pelos fatores acima expostos, Higino e Denadai (2002) não encontraram diferenças na VLM quando utilizaram o tempo de recuperação de 8 minutos proposto no protocolo original de Tegtbur *et al.* (1993) e o tempo de acordo com o pico de lactato sangüíneo, apesar das [La] nesta velocidade terem sido diferentes. Em outro estudo destes mesmos autores (HIGINO e DENADAI, 1998), foi verificado que não há diferença na VLM quando comparados dois tipos de exercício diferentes para indução da acidose metabólica, mesmo estes exercícios levando à diferentes [La]. Da mesma forma, Smith *et al.* (2002), também examinaram os efeitos de diferentes protocolos de elevação do lactato para a determinação do LM em ciclistas e não encontraram diferenças significativas na carga do LM entre os métodos utilizados. Este estudo demonstrou que o ponto de LM não depende do protocolo de elevação do lactato, entretanto, a taxa de declínio do lactato no sangue mostrou-se dependente da concentração sangüínea de lactato.

No presente estudo, a velocidade inicial do TPI2 (protocolo do LM) foi a mesma para todos os sujeitos, e foi a mesma também do TPI1, apesar de Carter *et al.* (1999a) já ter verificado que a velocidade inicial no teste incremental influencia na VLM em corredores de *endurance*. Esta opção foi feita pelo fato dos sujeitos do estudo participarem do mesmo grupo e categoria, terem o mesmo tipo de treinamento e, ainda, pelo fato da equipe avaliada já ter feito avaliações em nosso laboratório, mostrando dados muitas vezes homogêneos. Os

resultados da tabela 3 confirmaram isso pelo fato dos dados se apresentarem bem similares, com desvio padrões muito baixos.

Souza *et al.* (2003) não encontraram diferenças significantes entre a $V_{4\text{mmol.l}^{-1}}$, a VLM e a velocidade correspondente ao limiar de GM (VGM), encontrando correlações significativas entre todos os métodos, ao contrário do presente estudo, no qual a variável VLM não se correlacionou significativamente com os outros métodos. Em relação à FC, os valores também não apresentaram diferenças entre os métodos, o que está de acordo com dados de Chicharro e Arce (1981), nos quais os valores de FC para o limiar é em torno de $175 \pm 10\text{bpm}$. Da mesma forma, em nosso estudo, os valores de FC nos limiares identificados, foram correspondentes a estes dados de Chicharro e Arce (1981), o que mostra que, em relação à FC, todos os métodos parecem adequados.

Jones e Doust (1998) compararam a VLM com a VMSSL e a VLL_2 e foi observado que a VLM era significativamente menor que a VMSSL ($r= 0,61$), mas não que a VLL_2 ($r= 0,94$). A FC no LM não foi diferente significativamente da FC no LL_2 e no MSSL. Da mesma forma que a [La] no LM que não foi diferente estatisticamente da [La] no MSSL, no entanto, foi significativamente maior que a [La] no LL_2 . Os autores relatam que a VLM tem pobre poder discriminatório entre os sujeitos, entretanto pelas vantagens metodológicas do teste de LM, como rapidez e objetividade da avaliação, a validade do teste deve ser questionada tanto em termos conceituais quanto práticos. Da mesma forma, Higino e Denadai (2002), verificaram que a VLM superestima a VMSSL e ainda Jones e Doust (1998) apontam a VLL_2 como o melhor método para a estimativa da VMSSL por possuírem uma alta correlação ($r= 0,94$), mas é recomendado que a velocidade no limiar ventilatório seja avaliada concomitantemente.

No estudo de Tegtbur *et al.* (1993), as [La] no LM foram de $5,0 \pm 2,0\text{mmol.l}^{-1}$ (para corredores) e $7,3 \pm 1,3\text{mmol.l}^{-1}$ (para jogadores de basquete), já no presente estudo a [La] no

LM apresentou valores mais baixos ($3,5 \pm 1,3 \text{ mmol.l}^{-1}$). Estas diferenças podem ser, em parte, devido ao protocolo utilizado para a determinação do LM. As pausas de 6 segundos durante as corridas de ida e volta podem ter proporcionado uma remoção mais rápida do lactato que estava acumulado pelo exercício realizado anteriormente e, assim, as [La] no ponto de LM foram menores.

Comparando o LM com o IAT, Simões *et al.* (1999) encontraram diferenças significantes entre a [La] no LM e no IAT, da mesma forma que Simões *et al.* (2003), que encontraram valores de [La] mais elevados no LM que no IAT. Já Carter *et al.* (2000), comparando a [La] no LM e no LL₂, não encontraram diferenças significativas, corroborando com o presente estudo.

Muitos são os estudos que comparam variáveis identificadas em diversos protocolos de determinação do LTF, e na sua maioria, relatam correlações significativas entre os métodos de identificação.

Uma das limitações do nosso estudo foi a não verificação da MSSL. Por isso, maiores especulações a este respeito não podem ser feitas. No entanto, alguns estudos, como os citados acima, não encontraram simultaneidade entre LM e MSSL, mas outros estudos encontraram (TEGTBUR *et al.*, 1993; SIMÕES *et al.*, 1999). A discordância entre estes resultados poderia ser explicada pela diferença entre os protocolos, como por exemplo, na duração dos estágios. No entanto, todos estes estudos utilizaram estágios com duração de 3 a 5 minutos, como no nosso caso 3 minutos, sendo assim, este fator não parece suficiente para explicar tais discordâncias. Talvez o fato do protocolo utilizado no presente estudo ter as pausas de 6 segundos entre as corridas, diferindo assim da natureza “contínua” dos outros modelos, possa influenciar na determinação do LTF, talvez superestimando o limiar pelo fato de uma maior recuperação nestas pausa. Entretanto, da mesma forma que a verificação da MSSL, cabe também uma futura comparação entre este protocolo de natureza descontínua

com os protocolos tradicionais de natureza contínua, para observar se realmente estas pausas influenciam na determinação do LTF, mas vale ressaltar a especificidade do protocolo estudado para modalidades com tais características.

Como visto até agora, vários dos estudos citados verificaram a associação entre métodos de identificação de limiar com um método de concentração fixa (em geral de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$). Nossa opção em utilizar a concentração fixa de $3,5\text{mmol.l}^{-1}$ está baseada no fato de que tem sido mostrado que a $[\text{La}]$ de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ consistentemente superestima a VMSSL (BORCH *et al.*, 1993; JONES e DOUST, 1998). Este LTF é normalmente utilizado em testes com estágios de três minutos de duração, como o aqui empregado (HECK e tal., 1985 e KISS *et al.*, 1995).

Em relação ao PDFC, Droghetti *et al.* (1985) e Cellini *et al.* (1986) encontraram correlações de $r= 0,99$ e $r= 0,84$, respectivamente, entre a VPDFC e a velocidade no LAn, da mesma forma que Bunc *et al.* (1995), que encontraram correlações significativas para a FC entre os métodos de PDFC e LL_2 ($r= 0,86$), PDFC e limiar ventilatório ($r= 0,81$) e entre LL_2 e limiar ventilatório ($0,78$). A $[\text{La}]$ apresentou comportamento semelhante à FC, apresentando correlações significativas para PDFC e LL_2 ($r= 0,90$), PDFC e limiar ventilatório ($r= 0,91$) e entre LL_2 e limiar ventilatório ($0,73$). A partir destes resultados, os autores confirmam a utilização do PDFC como método de determinação de LTF. Por outro lado, Bourgois e Vrijens (1998), demonstraram que o modelo do PDFC não é recomendável para estimar este limiar em remadores jovens, pois a potência no PDFC foi mais alta que a do IAT e do limiar de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$. Apesar de não existir diferenças significativas entre os métodos utilizados em nosso estudo quando comparados ao PDFC, todos os valores no PDFC apresentaram-se mais elevados.

Parece que o PDFC superestima o MSSL e a velocidade relativa ao MSSL, alguns estudos mostram a possibilidade de manter as variáveis metabólicas constantes quando existe

a realização de carga retangular nesta intensidade (JONES e DOUST, 1995; BOURGOIS e VRIJENS, 1998). Com o aumento da aptidão aeróbia parece que existe uma maior aproximação entre o PDFC e o LL_2 , diminuindo a diferença entre eles.

Com base nos dados acima expostos e discutidos, é possível que todos os métodos sejam utilizados para a determinação do LTF em protocolo progressivo intermitente com pausa. No entanto, é necessária uma verificação da manutenção do *steady state* da [La] nas velocidades correspondentes a cada um destes métodos para uma aplicação mais precisa dos resultados obtidos.

5 CONCLUSÃO

Após a análise e discussão dos resultados, se pode chegar as seguintes conclusões:

- Foi possível a identificação do LTF em protocolo progressivo intermitente com pausa, utilizando os métodos de PDFC, LL_2 , $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$ e LM.
- Foi possível a identificação da velocidade, FC e $[La]$ em todos os métodos utilizados para determinação do LTF.
- Em relação à velocidade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os métodos analisados. Os métodos que se correlacionaram estatisticamente foram PDFC e $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$, LL_2 e $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$, LL_2 e LM, LM e $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$.
- Em relação à FC, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os métodos analisados. Os métodos que se correlacionaram estatisticamente foram PDFC e LL_2 , PDFC e $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$, LL_2 e $L3,5\text{mmol.l}^{-1}$.
- Em relação à $[La]$, houve diferenças significantes apenas entre os métodos de PDFC e LL_2 e nenhum método apresentou correlação significativa.

Com base no acima exposto, parece que todos os métodos se assemelham por não demonstrarem diferenças estatisticamente significativas. Sendo assim, a escolha por um ou outro método deve levar em conta alguns fatores, como por exemplo, variáveis que se pretende avaliar, disponibilidade de recursos materiais, disponibilidade de recursos humanos capacitados, número de atletas a serem avaliados e tempo disponível para a avaliação dos

mesmos. No entanto, sugere-se a confirmação da MSSL em todos os métodos utilizados para uma maior validade dos mesmos.

REFERÊNCIAS

AZIZ, A. R.; TAN, F. H. Y.; TEH, K. C.. A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. **J. Sports Sci. Med.** V. 4: 105-112, 2005.

BAKER, J.; RAMSBOTTOM, R.; HAZELDINE, R.. Maximal shuttle running over 40 m as a measure of anaerobic performance. **Br. J. Sports Med.** V. 27 (4): 228-232, 1993.

BANGSBO, J.. **YO-YO tests**. Copenhagen: HO Stron, 1996.

BEAVER, W.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.. Improved detection of lactate threshold during exercise using a log-log transformation. **J. Appl. Physiol.** V. 59: 1936-1940, 1985.

BENEKE, R.; HOFMANN, C. H.; STRAUB, N.; HARTWIG, F.; HOFFMANN, K.; BEHN, C.. Maximal lactate steady-state depends on sports discipline. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 25 (5) suppl: s66, 1993.

BERG, A.; JACOB, E.; LEHMANN, M.; DICKHUTH, H. H.; HUBLER, C.; KEUL, J.. **Aktuelle aspekte der modernen ergometrie. Pneumologie.** V. 44: 2-13, 1990.

BODNER, M. E.; RHODES, E. C.. A Review of the Concept of the Heart Rate Deflection Point. **Sports Med.** V. 30 (1): 31-46, 2000.

BORCH, K.; INGJER, F.; LARSEN, S.; TOMTEN, S.. Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of “anaerobic threshold”. **J. Sports Sci.** V. 11: 49-55, 1993.

BOURDON, P.. Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies. In: **GORE J. Physiological tests for elite athletes.** Human Kinetics. Champaign.: 50-65, 2000.

BOURGOIS, J.; VRIJENS, J.. Metabolic and cardiorespiratory responses in Young oarsmen during prolonged exercise tests on a rowing ergometer at power outputs corresponding to two concepts of anaerobic threshold. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 77 (1/2): 164-169, 1997.

BOURGOIS, J.; VRIJENS, J.. The Conconi Test: A controversial concept for determination of the anaerobic threshold in young rowers. **Int. J. Sports Med.** V. 19: 553-559, 1998.

BROOKE, J. D.; HAMLEY, E. J.. The heart-rate-physical work curve analysis for the prediction of exhausting work ability. **Med Sci. Sports Exerc.** V. 4: 23-26, 1972.

BROOKS, G. A.. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 17 (1): 22-31, 1985a.

BROOKS, G. A.. Response to Davis' manuscript. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 17: 19-21, 1985b.

BUNC, V.; HELLER, J.. Comparison of two Methods of Noninvasive Anaerobic Threshold Determination in Middle-Aged Men. **Sports Med. Train. Rehab.** V. 3: 87 – 94, 1992.

BUNC, V.; HOFMANN, P.; LEITNER, H.; GAISL, G.. Verification of the heart rate threshold. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 70: 263-269, 1995.

CARMINATTI, L. J.; GONÇALVES, J. F. F.; LIMA-SILVA, A. E.; NAKAMURA, F. Y.; DE OLIVEIRA, F. R.. Sensibilidade do TCAR aos efeitos do treinamento em jogadores de futebol. **Rev. Perfil.** V. VII (8): 71, 2005a.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R.. Aptidão aeróbia em esportes intermitentes – evidências de validade de construto e resultados em teste progressivo com pausas. **Rev. Bras. Fisiol. Exerc.** V. 3 (1) supl.: 120, jan-abr, 2004.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R.. Estado de equilíbrio na intensidade do limiar de Conconi em teste progressivo intermitente com pausa. **Rev. Ed. Física**. n. 132: 75, 2005b.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R.; PAZIN, J.. Ponto de deflexão da frequência cardíaca por inspeção visual e método dmáx em teste intermitente de campo. **Rev. Motriz**. V. 11 (1) supl.: S38, jan-abr, 2005c.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H.. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 31 (6): 837-845, 1999a.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H.. Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. **J. Sports Sci.** V. 17: 957-967, 1999b.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H.. Changes in blood lactate and pyruvate concentrations and the lactate-to-pyruvate ratio during the lactate minimum speed test. **J. Sports Sci.** V. 18 (3): 213-222, 2000.

CARVALHO, M. S.; KISS, M.A.P.D.M.; OLIVEIRA, F.R... A CT170 estima a velocidade de referência de máximo steady-state de lactato em não-atletas? In: 1º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EEF-USP. **Anais**. São Paulo: 28, 1994.

CELLINI, M.; VITIELLO, P.; NAGLIATI, A.; ZIGLIO, P. G.; MARTINELLI, S.; BALLARIN, E.; CONCONI, F.. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in swimming. **Int. J. Sports Med.** V. 7: 347-351, 1986.

CHENG, A.; KUIPERS, H.; SNYDER, A. C.; KEISER, H. A.; JEUKENDRUP, A.; HESSELINK, M.. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. **Int. J. Sports Med.** V. 13 (7): 518-522, 1992.

CHICHARRO, J. L.; ARCE, J. C. J.. **Umbral anaerobio bases fisiologicas y aplicacion**. Madrid: Interamericana, 1991.

CONCONI, F.; BORSETTO, C.; ZIGLIO, P.G.; DROGUETTI, P.; CODEGA, L.. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. **J. Appl. Physiol.** V.4: 869-873, 1982.

CONCONI, F.; GRAZZI, G.; CASONI, I.; GUGLIELMINI, C.; BORSETTO, C.; BALLARIN, E.; MAZZONI, G.; PATRACCHINI, M.; MANFREDINI, F.. The Conconi Test: Methodology after 12 years of application. **Int. J. Sports Med.** V.17: 509-519, 1996.

DAVIS, H. A.; GASS, G. C.. Blood lactate concentration during incremental work before and after maximum exercise. **Br. J. Sports Med.** V. 13: 165-169, 1979.

DAVIS, J.A.. Anaerobic Threshold: review of the concept and directions for the research. **Med. Sci. Sports Exerc.** V.17 (1): 6-18, 1985a.

DAVIS, J. A.. Response to Brooks' manuscript. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 17: 32-34, 1985b.

DENADAI, S. D.. Limiar anaeróbico: considerações fisiológicas e metodológicas. **Rev. Bras. At. Fis. Saúde.** V. 1 (2): 74-88, 1995.

DE LUCAS, D. R.; ROCHA, R.; BURINI, R. C.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S.. The lactate minimum test protocol provides valid measures of cycle ergometer VO_2 peak. **J. Sports Med. Phys Fitness.** V. 43 (3): 279-284, 2003.

DE OLIVEIRA, F. R.; ALMEIDA, E. B.; CARMINATTI, L. J.; GEVAERD, M. S.. Pico de velocidade e tempo de sustentação em teste progressivo intermitente de campo. **Rev. Motriz.** V. 11 (1) supl.: S57, jan-abr, 2005.

DE OLIVEIRA, F.R.; ARAÚJO, A.S.; KISS, M.A.P.D.M.; VAZQUEZ, F.J.. Reference velocity of [La] 4mmol/l on track test. **Rev. Paul. Med.** V. 111 (5): 33, 1993.

DE OLIVEIRA, F.R.; KISS, M.A.P.D.M.; VAZQUEZ, F.J.; LIMA, J.R.P.. Predição da velocidade de referência de [La] de 3,5mmol/l a partir da frequência cardíaca submáxima. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO E JORNADA INTERNACIONAL DE MEDICINA DO ESPORTE. **Anais**, Vitória: 53, 1995.

DE OLIVEIRA, F.R.; MATSUSHIGUE, K.A.; GAGLIARDI, J.F.L.; VAZQUEZ, F. J.; KISS, M.A.P.D.M.. Estimativa da velocidade de concentração de lactato de 3,5mmol/l a partir de variáveis submáxima em esteira rolante. **Rev. Paul. Educ. Fís.** V. 8 (2): 28-35, 1994a.

DE OLIVEIRA, F. R.; SILVA, A. S.; ARAÚJO, A. S.; GAGLIARDI, J. F. L.; VAZQUEZ, F. J.; KISS, M. A .P. D. M.. Predição da velocidade de referência de [La] de 3,5mmol a partir do pico de velocidade em esteira. **Jornal Informativo da Federação Internacional de Educação Física (FIEP- Brasil)**. V. 5 (2): 8, 1994b.

DE OLIVEIRA, F.R.; SILVA, S.A.; ARAÚJO, A.S.; VAZQUEZ, F.J.; MOURA, N. S. A.; KISS, M.A.P.D.M.. Testes de corridas em pista como preditores da velocidade de referência de [La] de 4mmol em corredores - um estudo piloto. **Jornal Informativo da Federação Internacional de Educação Física (FIEP - Brasil)**. V. 5 (2): 8, 1994c.

DE OLIVEIRA, J. M. F.. **Avaliação da resistência em desportos de esforços intermitentes**. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciência do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Lisboa, 2000.

DI PRAMPERO, P. E.. The anaerobic threshold concept: A critical evaluation. **Adv. Cardiol.** V. 35: 24-34, 1986.

DOURADO, A. C.. **Validação do Teste Yo-Yo (ida e volta) intermitente de resistência aeróbia em jogadores de futebol**. Dissertação de Mestrado - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

DROGHETTI, P.; BORSETTO, C.; CASONI, I.; CELLINI, M.; FERRARI, M.; PAOLINI, A. R.; ZIGLIO, P. G.; CONCONI, F.. Noninvasive determination of the anaerobic threshold in canoeing, cross-country, skiing, cycling, roller, and iceskating, rowing, and walking. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 53: 299-303, 1985.

FARREL, P. A.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. E.; COSTILL, D. L.. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 11: 338-349, 1979.

FLEISHMANN, E.. **Comparação dos limiares anaeróbio individual e de lactato analisados pelos testes de laboratório de pista em esportistas de atletismo de fundo e meio-fundo.** Dissertação de Mestrado – Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.

FOSTER, C.; COHEN, J.; DONOVAN, K.; GASTRAU, P.; KILLIAN, P. J.; SCRAGER, M.; SNYDER, A. C.. Fixed time versus fixed distance for the blood lactate profile in athletes. **Int. J. Sports Med.** V. 14 (5): 264-268, 1993.

HECK, H.. **Energiestoffwechsel und Medizinische Leitungsdiagnostik.** Studiebrief 8, 1990.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜCKE, S.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W.. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **Int. J. Sports Med.** V.6: 117-130, 1985.

HECK, H.; TIBERI, M.; BECKERS, K.; LAMMERSHIMIDT, W.; PRUIN, E.; HOLLMANN, W.. Lactic acid concentration during bicycle – ergometer exercise with preselected percentages of the Conconi – Threshold (abstract). **Int. J. Sports Med.** V. 9 (5): 367, 1988.

HIGINO, W. P.; DENADAI, B. S.. Efeitos da utilização de diferentes tipos de exercício para indução do acúmulo de lactato na determinação da intensidade de esforço correspondente ao lactato mínimo. **Rev. Bras. Med. Esporte.** V. 4 (5): 143-146, set-out, 1998.

HIGINO, W. P.; DENADAI, B. S.. Efeito do período de recuperação sobre a validade do teste de lactato mínimo para determinar a máxima fase estável de lactato em corredores de fundo. **Rev. Paul. Ed. Fís.** V. 16 (1): 5-15, jan-jun, 2002.

HOFMANN, P.; POKAN R., PREIDLER K., LEITNER H., SZOLAR D., EBER B., SCHABERGER G.. Relationship between heart rate threshold, lactate turn point and myocardial function. **Int. J. Sports Med.** V. 15 (5): 232 -237, 1994.

HOLLMANN, W.. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. **Int. J. Sports Med.** V. 6: 109-116, 1985.

HOLLMANN, W.. 42 years ago-development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. **Sports Med.** V. 31 (5): 315-320, 2001.

IVY, J. L.; COSTILL, D. L.; VAN HANDEL, P. J.; ESSIG, D. A.; LOWER, R. W.. Alteration in the lactate threshold with changes in substrate availability. **Int. J. Sports Med.** V. 2 (3): 139-142, 1981.

JONES, A. M.; DOUST, J. H.. Lack of Reliability in Conconi's Heart Rate Deflection Point. **Int. J. Sports Med.** V. 16 (8): 541-544, 1995.

JONES, A. M.; DOUST, J. H.. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 30 (8): 1304-1313, 1998.

KARA, M.; GOKBEL, H.; BEDIZ, C.; ERGENE, N.; UÇOK, K.; UYSAL, H.. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** V. 36 (1): 31-34, 1996.

KARLSSON, J.; JACOBS, I.. Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold concept. I. Theoretical considerations. **Int. J. Sports Med.** V. 3 (4): 190-201, 1982.

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. App. Physiol.** V. 42: 25-34, 1979.

KISS, M.A.P.D.M.; FLEISHMANN, E.; CORDANI, L. K.; KALINOVSKY, F.; COSTA, R.; OLIVEIRA, F. R.; GAGLIARDI, J. F. L.. Validade da velocidade de limiar lactato de 3,5mmol/l identificada através de teste em pista de atletismo. **Rev. Paul. Educ. Fís.** V. 9 (1): 16-25, 1995.

KISS, M.A.P.D.M.; VALLEJO-CUELLAR, L.; MACHIDA, J.; CARVALHO, P. R.; RODRIGUES, R. L.. Tempo de resistência em esteira: atletismo. **Rev. Paul. Educ. Fís.** V. 2 (2): 49-53, 1988.

KRÜGER, J.; MORTIER, R.; HECK, H.; HOLLMANN, W.. Relationship between the Conconi – Threshold and Lactic – Acid at endurance workload on the turning crank ergometer (abstract). **Int. J. Sports Med.** V. 9 (5): 367, 1988.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENBERG, A.; PEDERSEN, P.; BANGSBO, J.. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability and Validity. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 34 (4): 697-705, 2003.

KUIPERS, H.; KEIZER, H. A.; DE VRIES, T; VAN RIJTHOVEN, P.; WIJTS, M.. Comparison of heart rate as a non-invasive determinant of anaerobic threshold with lactate. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 58: 303-306, 1988.

LA FONTAINE, T.; LONDERRE, B. R.; SPATH, W.K.. The maximal lactate steady-state versus selected running events. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 13 (3): 190-192, 1981.

LIMA, J.. **Frequência Cardíaca em Cargas Crescentes de Trabalho: Ajuste Sigmóide, Ponto de Inflexão e Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca**. Tese de Doutorado - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

LOAT, C. E. R.; RHODES, E. C.. Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. **Sports Med.** V. 15 (2): 104-115, 1993.

LUCÍA, A.; CARVAJAL, A.; BORAITA, A.; SERRATOSA, L.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L.. Heart dimensions may influence the occurrence of the heart rate deflection point in highly trained cyclists. **Br. J. Sports Med.** V. 33: 387-392, 1999.

LUCÍA, A.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L.. Physiology of professional road cycling. **Sports Med.** V. 31 (5): 325-337, 2001.

MACINTOSH, B. R.; ESAU, S.; SVEDAHL, K.. The lactate minimum test for cycling: estimation of the maximal lactate steady state. **Can. J. Appl. Physiol.** V. 27 (3): 232-249, 2002.

MADER, A.. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. **J. Sports Med. Phys. Fitness.** V. 31 (1): 1-19, 1991.

MADER, A.; HECK, H.. A theory of the metabolic origin of “anaerobic threshold”. **Int. J. Sports Med.** V. 7 (suppl.): 45-65, 1986.

MCLELLAN, T. M.. The anaerobic threshold: concept and controversy. **Austral. Sci. Med. Sport.** V. 19 (2): 3-8, 1987.

MCLELLAN, T. M.; GASS, G. C.. The relationship between the ventilation and lactate thresholds following normal, low and high carbohydrate diets. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 58 (6): 568-576, 1989.

NICHOLAS, C. W.; NUTTAL, F. E.; WILLIAMS, C.. The Loughborough Intermitent Shuttle Test: A field test that simulates the activity pattern of soccer. **J. Sports Sci.** V. 18: 97-104, 2000.

PETROSKI, E. L.. (organizador) **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. Porto Alegre: Pallotti, 1999.

PIASECKI, F. **Correlação entre velocidade no limiar de lactato e no ponto de deflexão da frequência cardíaca em protocolo progressivo intermitente com pausa**. Monografia de Especialização – Universidade Veiga de Almeida. Rio de Janeiro, 2005.

PIASECKI, F.; CAMBRI, L. T.; CARMINATTI, L. J.; DE OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. S.. Métodos de indentificação de limiar de lactato em teste progressivo intermitente com pausas em jogadores de futebol. **Rev.Perfil.** V. VII (8): 65, 2005.

PIOVEZANA, S. P.; CARMINATTI, L. J.; DE OLIVEIRA, F. R.. Reprodutibilidade de variáveis do teste intermitente de Carminatti. **Rev. Bras. Fisiol. Exerc.** V. 3 (1) supl.: 131, jan-abr, 2004.

PRITZLAFF, C. J.; WIDEMAN, L.; BLUMER, JENSEN, M.; ABBOTT, R. D.; GAESSER, G. A.; VELDHUIS, J. D.; WELTMAN, A.. Catecholamine release, growth hormone secretion, and energy expenditure during exercise vs. recovery in men. **J. Appl. Physiol.** V. 89: 937-946, 2000.

REILLY, T.; BANGSBO. J.; FRANKS, A.. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. **J. Sports Sci.** V. 18: 669-683, 2000.

RIBEIRO, J. P.; FIELDING, R. A.; HUGHES, V.; BLACK, A.; BOCHESE, M. A.; KNUTTGEN, H. G.. Heart rate break point may coincide with the anaerobic and not the aerobic threshold. **Int. J. Sports Med.** V. 6 (4): 220-224, 1985.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, M. 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. **Rev. Paul. Ed. Fís.** V. 12 (1): 17-30, jan-jun, 1998.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, M. S. G.; KOKUBUN, E.; DENADAI, B. S.; BALDISSERA, V.. Blood glucose responses in human mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 80: 34-40, 1999.

SIMÕES, H. G.; CAMPBELL, M. S. G.; KUSHNICK, M. R.; NAKAMURA, A.; KATSANOS, C. S.; BALDISSERA, V.; MOFFATT, R. J.. Blood glucose threshold and metabolic responses to incremental exercise test with and without prior lactic acidosis induction. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 89: 603-611, 2003.

SJÖDIN, B.; JACOBS, I.. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **Int. J. Sports Med.** V.2 (1): 23-26, 1981.

SKINNER, J. S.; McLELLAN, T. H.. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Res. Quart. Exerc. Sport.** V. 51 (1): 234-248, 1980.

SMITH, M. F.; BALMER, J.; COLEMAN, D. A.; BIRD, S. R.; DAVISON, R. C. R.. Method of lactate elevation does not affect the determination of the lactate minimum. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 34 (11): 1744-1749, 2002.

SOUZA, T. N. T.; YAMAGUTI, S. A. L.; CAMPBELL, C. S. G.; SIMÕES, H. G.. Identificação do lactato mínimo e glicose mínima em indivíduos fisicamente ativos. **Rev. Bras. Ciênc. Mov.** V. 11 (2): 71-75, jun, 2003.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4mmol/l. **Int. J. Sports Med.** V. 3: 105-110, 1982.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SCHNABEL, A.. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **Int. J. Sports Med.** V. 2: 160-165, 1981.

SZOGY, A.. Sports-medical training counseling using aerobic and anaerobic field tests. **Int. J. Sports Med.** V. 9 (2): 133, 1987.

TANAKA, K.; MATSURA, Y.; KUMAGAI, S.; MATSUSAKA, A.; HIRAKOBA, K.; ASANO, K.. Relationship of anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation with endurance performance. **Eur. J. Appl. Physiol.** V. 52: 51-56, 1983.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M.. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med. Sci. Sports Exerc.** V. 25 (5): 620-627, 1993.

VACHON, J. A; BASSETT JR, D. R.; CLARKE, S.. Validity of the heart rate deflection point as a predictor of lactate threshold during running. **J. Appl. Physiol.** V. 87 (1): 452-459, 1999.

VAN DAM, B.. **Lactate diagnostic with the Mini 8.** Germany: Dr. Lange, 1992.

WAHLUND, H.. Determination of physical capacity. **Acta Physiol. Scand.** V. 125 (suppl): 78, 1948.

WASSERMAN, K.. The anaerobic threshold: definition; physiological significance and identification. **Adv. Cardiol.** V. 35: 1-23, 1986.

WASSERMAN, K.; MCILCOY, M. B.. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in patients during exercise. **Am. J. Cardiol.** V. 14: 844-852, 1964.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; KOYAL, S. N.; BEAVER, W. L.. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J. Appl. Physiol.** V. 35 (2): 236-243, 1973.

WELTMAN, A.; SNEAD D., STEIN P., SEIP R., SCHURRER R., RUTT R., WELTMAN J..
Reability and validity of continuous incremental treadmill protocol for determination of
lactate threshold, fixed blood lactate concentrations and VO2max. **Int. J. Sports Med.** V. 11
(1): 26-32, 1990.

ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; CAPUTO, F.; MENDES, O. C.; DENADAI, B. S.;
BALDISSERA, V.; GOBATTO, C. A.. Comparação entre a utilização de saliva e sangue para
determinação do lactato mínimo em cicloergômetro e ergômetro de braço em mesa-tenistas.
Rev. Bras. Med. Esporte. V. 10 (6): 475-480, nov-dez, 2004.

ANEXOS

Quadro 1: Valores individuais das variáveis de caracterização da amostra.

Indivíduo	Idade (anos)	Peso (kg)	Estatura (cm)	%Gordura (%)
1	19,6	70,2	181,1	10,9
2	20,2	67,2	174,6	9,8
3	16,7	65,7	170,8	9,0
4	21,3	69,7	171,6	10,1
5	20,2	71,8	179,3	10,1
6	23,5	70,3	172,0	12,1
7	18,7	81,0	180,0	11,6
8	19,3	80,1	187,5	10,8
9	19,9	79,9	186,0	10,1
10	20,5	68,9	179,0	10,6

Quadro 2: Valores individuais das variáveis referentes ao TPI1.

Indivíduo	PV (km.h ⁻¹)	FCmáx (bpm)	%FCmáx _{pred} (%)	[La] _{final} (mmol.l ⁻¹)
1	16,7	198	98,8	9,78
2	17,2	194	97,1	12,04
3	17,9	197	96,9	17,51
4	17,3	178	89,6	10,74
5	18,6	198	99,1	12,01
6	16,7	189	96,2	6,20
7	16,9	187	92,9	13,54
8	16,2	188	93,7	9,90
9	15,5	196	98,0	----
10	15,0	200	100,2	8,20

Quadro 3: Valores individuais das variáveis referentes ao TPI2.

Indivíduo	PV (km.h ⁻¹)	FCmáx (bpm)	%FCmáx _{pred} (%)	[La] _{final} (mmol.l ⁻¹)
1	15,6	198	98,8	----
2	17,9	194	97,1	11,68
3	17,4	202	99,3	13,54
4	17,4	190	95,6	10,04
5	16,2	199	99,6	9,11
6	16,1	190	96,7	10,20
7	16,7	179	88,9	7,85
8	16,7	183	91,2	10,25
9	15,6	196	98,0	10,21
10	13,8	195	97,7	5,03

Quadro 4: Valores individuais das variáveis referentes ao PDFC e ao LL₂.

Indivíduo	VPDFC (km.h ⁻¹)	PDFC (bpm)	[La] _{PDFC} (mmol.l ⁻¹)	VLL ₂ (km.h ⁻¹)	FCLL ₂ (bpm)	[La] _{LL₂} (mmol.l ⁻¹)
1	14,0	189	3,00	13,6	187	2,68
2	14,1	186	3,47	13,5	183	2,46
3	15,2	189	6,13	13,0	170	2,49
4	15,0	175	5,33	13,3	165	2,68
5	16,9	194	6,01	15,1	182	2,95
6	14,9	181	5,92	12,3	158	2,01
7	14,3	179	3,70	12,8	168	2,23
8	14,3	180	4,67	15,6	174	3,08
9	11,9	188	2,86	11,3	181	2,65
10	11,4	181	2,77	11,5	180	2,99

Quadro 5: Valores individuais das variáveis referentes ao L3,5mmol.l⁻¹ e ao LM.

Indivíduo	VL3,5 (km.h ⁻¹)	FCL3,5 (bpm)	[La] _{L3,5} (mmol.l ⁻¹)	VLM (km.h ⁻¹)	FCLM (bpm)	[La]LM (mmol.l ⁻¹)
1	14,2	190	3,5	13,2	192	2,58
2	14,2	187	3,5	13,6	187	3,46
3	13,7	177	3,5	12,5	169	2,49
4	14,0	170	3,5	13,4	158	3,41
5	15,6	184	3,5	13,0	177	3,22
6	13,8	172	3,5	12,2	166	2,36
7	13,9	176	3,5	13,2	165	2,23
8	13,6	175	3,5	12,3	162	4,26
9	12,4	190	3,5	12,7	190	6,23
10	11,8	182	3,5	12,9	192	4,88

Quadro 6: Valores individuais referentes a [La] no primeiro e no sétimo minuto após o exercício para indução da acidose metabólica

Indivíduo	[La]min1 (mmol.l ⁻¹)	[La]min7 (mmol.l ⁻¹)
1	9,97	14,48
2	10,86	15,16
3	12,31	11,42
4	15,73	16,32
5	12,74	15,22
6	10,09	10,03
7	12,90	13,11
8	14,90	12,24
9	14,07	14,64
10	10,83	9,51