

**LORIVAL JOSÉ CARMINATTI**

**VALIDADE DE LIMIARES ANAERÓBIOS DERIVADOS DO TESTE  
INCREMENTAL DE CORRIDA INTERMITENTE (TCAR) COMO PREDITORES DO  
MÁXIMO *STEADY- STATE* DE LACTATO EM JOGADORES DE FUTSAL**

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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

**LORIVAL JOSÉ CARMINATTI**

**VALIDADE DE LIMIARES ANAERÓBIOS DERIVADOS DO TESTE  
INCREMENTAL DE CORRIDA INTERMITENTE (TCAR) COMO PREDITORES DO  
MÁXIMO *STEADY- STATE* DE LACTATO EM JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão Examinadora, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano, na linha de pesquisa em Fisiologia do Movimento, no Programa de Pós Graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**FLORIANÓPOLIS – SC**

**2006**

**LORIVAL JOSÉ CARMINATTI**

**VALIDADE DE LIMIARES ANAERÓBIOS DERIVADOS DO TESTE  
INCREMENTAL DE CORRIDA INTERMITENTE (TCAR) COMO  
PREDITORES DO MÁXIMO *STEADY- STATE* DE LACTATO  
EM JOGADORES DE FUTSAL**

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão Examinadora abaixo assinada, como requisito final para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano, na linha de pesquisa em Fisiologia do Movimento, no Programa de Pós-Graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina.

**Comissão Examinadora:**

Orientador:

---

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira  
DEF – UFLA

Membros:

---

Prof. Dr. Sebastião Ibere Lopes Melo  
CEFID – UDESC

---

Prof. Dra. Monique da Silva Gevaerd  
CEFID – UDESC

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.  
LAEF – UFSC

FLORIANÓPOLIS, 15 de dezembro de 2006.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Octavio e Elza Carminatti, pelo grande exemplo de amor e doação total à formação integral dos filhos, em especial, a minha mãe, pelas suas orações e palavras de incentivo para que eu concluísse esse Mestrado, aos quais dedico esta conquista tão importante da minha carreira acadêmica.

A minha amada esposa Jane, pela enorme paciência e compreensão, que me deram a tranquilidade e o apoio indispensáveis à conclusão desse trabalho.

A minha amada filha Júlia, que acompanhou diariamente toda a minha “transpiração” necessária para atingir esse objetivo, tolerando a minha ausência em tantos momentos importantes de sua vida nestes dois últimos anos, sempre com bom humor e, sobretudo, torcendo muito para que o dia de hoje chegasse logo.

Ao Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira, que além de orientar este trabalho, sempre acreditou em mim, me ensinou todas as qualidades fundamentais à formação de um “educador-pesquisador”, desde a descoberta de bons problemas de pesquisa, passando pelo conhecimento dos modelos teóricos, domínio da metodologia científica e estatística, culminando com o respeito aos princípios éticos do pesquisador. Fez isso com muito carinho e amizade, similares a de um pai.

Ao amigo conterrâneo e quase um irmão, Prof. Joris Pazin, pelo incentivo e amizade de todas as horas e que, desde a minha chegada no Cefid, nunca mediu esforços para me ajudar.

Ao grande amigo Prof. Adriano Lima-Silva, pelas orientações e companheirismo, sempre pronto a colaborar com sua experiência e competência nas mais diversas áreas da pesquisa.

A todos os membros da grande “família Lapem”, Luis Augusto, Tony Charles, Vitor, Fernanda Piasecki, Poliana, Lucieli, Thuany, Amábile, Lenise, Ederson, Leonardo, Guilherme, Bruna e Michele, fiéis e incansáveis colaboradores de incontáveis avaliações envolvendo o TCAR, a minha profunda gratidão.

Ao grupo de jogadores de Futsal do Cefid, que participaram com muito empenho e solidariedade como sujeitos do estudo, nas diversas sessões de avaliação, em especial, ao técnico da equipe e amigo Diogo Cardoso, por todo o apoio e colaboração que viabilizaram a realização dessa pesquisa.

Por fim, a Universidade do Estado de Santa Catarina, que me proporcionou a oportunidade e as condições necessárias a esta capacitação docente.

A todos, meu sincero muito obrigado!

## *Oração da Vida*

A vida é uma oportunidade. *Aproveite-a.*

A vida é uma beleza. *Admire-a.*

A vida é um sonho. *Faça que se torne realidade.*

A vida é um desafio. *Enfrente-o.*

A vida é um dever. *Cumpra-o.*

A vida é preciosa. *Cuide dela.*

A vida é riqueza. *Conserve-a.*

A vida é um mistério. *Explore-o.*

A vida é promessa. *Tenha esperança.*

A vida é tristeza. *Supere.*

A vida é um hino. *Cante-o.*

A vida é um combate. *Vença.*

A vida é uma aventura. *Conduza-a.*

A vida é felicidade. *Mereça-a.*

A vida é vida. *Defenda-a.*

*(Madre Tereza de Calcutá)*

## SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
1.0 <b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 O PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVO GERAL.....	6
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
1.4 HIPÓTESES.....	7
1.5 JUSTIFICATIVA.....	7
1.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	8
2.0 <b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	9
2.1 AVALIAÇÃO FÍSICA AERÓBIA DE ATLETAS.....	9
2.2 LIMIARES ANAERÓBIOS – PREDIÇÃO DO MSSL.....	12
2.3 MÁXIMO <i>STEADY-STATE</i> DE LACTATO (MSSL).....	17
2.4 IDENTIFICAÇÃO DO PDFC – INSPEÇÃO VISUAL (PD <sub>v</sub> ).....	22
2.5 IDENTIFICAÇÃO DO PDFC – MÉTODO MATEMÁTICO (D <sub>máx</sub> ).....	25
2.6 MODELOS DE PREDIÇÃO DE L <sub>An</sub> E MSSL.....	28



3.0	<b>METODOLOGIA</b> .....	32
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	32
3.2	SUJEITOS AVALIADOS.....	32
3.3	COLETA DOS DADOS.....	33
3.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA E PROTOCOLOS DOS TESTES.....	33
3.5	INSTRUMENTAL.....	40
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	41
4.0	<b>RESULTADOS</b> .....	42
5.0	<b>DISCUSSÃO</b> .....	51
5.1	DETERMINAÇÃO DO PDv E Dmáx NO TCAR E QUALIDADES DO TESTE.....	52
5.2	VALIDADE DAS VELOCIDADES DOS LAn COMO PREDITORAS DA VMSSL.....	54
5.3	VALIDADE DAS FC DOS LAn COMO PREDITORAS DA FCMSSL.....	57
5.4	MSSL E MODELOS DE PREDIÇÃO EM TESTES INTERMITENTES...	58
6.0	<b>CONCLUSÕES</b> .....	65
7.0	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	66
8.0	<b>ANEXOS</b> .....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS

[La]: concentração sanguínea de lactato.

CFL: concentração fixa de lactato.

D<sub>máx</sub>: método matemático utilizado para identificação do PDFC.

FCD<sub>máx</sub>: frequência cardíaca no PDFC pelo método D<sub>máx</sub>.

FCD<sub>máx<sub>pred</sub></sub>: frequência cardíaca no PDFC pelo método D<sub>máx</sub> predita.

FC<sub>máx</sub>: frequência cardíaca máxima.

FCMSSL: frequência cardíaca do máximo *steady-state* de lactato.

FCPD<sub>v</sub>: frequência cardíaca no ponto de deflexão pelo técnica de inspeção visual.

FCRMSSL: frequência cardíaca de referência de máximo *steady-state* de lactato.

LAn: limiar anaeróbio.

MSSL: máximo *steady-state* de lactato.

PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca.

PD<sub>v</sub>: PDFC identificado pela técnica de inspeção visual.

PSE: percepção subjetiva de esforço.

PV<sub>cor</sub>: pico de velocidade corrigido.

TCAR: teste incremental de corrida intermitente de Carminatti.

V<sub>3,5</sub>: velocidade interpolada na [La] de 3,5 mmol.l<sup>-1</sup>.

V<sub>4</sub>: velocidade interpolada na [La] de 4,0 mmol.l<sup>-1</sup>.

VD<sub>máx</sub>: velocidade no PDFC pelo método D<sub>máx</sub>.

VD<sub>máx<sub>pred</sub></sub>: velocidade no PDFC pelo método D<sub>máx</sub> predita.

VMSSL: velocidade de máximo *steady-state* de lactato.

VPD<sub>v</sub>: velocidade no ponto de deflexão da FC pela técnica de inspeção visual.

VRMSSL: velocidade de referência de máximo *steady-state* de lactato.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Visualização do esquema do teste intermitente TCAR.....	34
Figura 2	Exemplo ilustrativo da identificação do PDFC pelo método $D_{\text{máx}}$ ...	36
Figura 3	Exemplo ilustrativo da identificação do PDFC pela técnica de inspeção visual.....	37
Figura 4	Gráfico com as curvas representativas da resposta da $[La]$ nas três velocidades (abaixo da VMSSL, 100% da VMSSL e acima da VMSSL).....	49
Figura 5	Gráfico com as curvas representativas da resposta da FC nas três velocidades (abaixo da VMSSL, 100% da VMSSL e acima da VMSSL).....	50
Figura 6	Velocidade de MSSL (VMSSL) plotada contra o limiar anaeróbio ( $VD_{\text{máx}}$ ) derivado do TCAR. A <i>linha sólida</i> é estimada pela regressão linear e a <i>linha tracejada</i> indica a identidade da linha.....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Estatística descritiva (média $\pm$ dp, valor mínimo e máximo) das varáveis de caracterização dos sujeitos avaliados.....	42
Tabela 2	Estatística descritiva dos valores de pico de velocidade corrigido (PVcor), FCmáx absoluta (FCmáx) e percentual da FCmáx <sub>pred</sub> (%FCmáx <sub>pred</sub> ) obtidos no (TCAR).....	43
Tabela 3	Estatística descritiva e comparação dos valores absolutos de velocidade (km·h <sup>-1</sup> ) dos diversos LAN e da VMSSL.....	44
Tabela 4	Valores das correlações (r) encontradas entre as velocidades absolutas (km·h <sup>-1</sup> ) dos diversos LAN e a VMSSL.....	44
Tabela 5	Estatística descritiva e comparação dos valores percentuais relativos (%PVcor – TCAR) velocidade dos diversos LAN e VMSSL..	45
Tabela 6	Estatística descritiva e comparação dos valores absolutos de FC (bpm) dos diversos LAN e FCMSSL.....	46
Tabela 7	Valores das correlações (r) entre as FC absolutas (bpm) dos diversos LAN e FCMSSL.....	46
Tabela 8	Estatística descritiva e comparação dos valores percentuais relativos (%FCmáx – TCAR) de FC dos diversos LAN e FCMSSL.....	47

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Dados individuais (média $\pm$ dp) da VMSSL, VDMáx, VPDv, VDMáx <sub>pred</sub> e V4 <sub>pred</sub> .....	81
Anexo 2	Dados individuais (média $\pm$ dp) da [La] na VMSSL, FCMSSL, FCDmáx , FCPDv e FCDmáx <sub>pred</sub> .....	81
Anexo 3	Valores de média $\pm$ dp, mínimo e máximo de [La], após 5 min de aquecimento e após cada uma das 4 séries de 8 min obtidos em teste de carga constante na velocidade correspondente ao MSSL..	82
Anexo 4	Valores de média $\pm$ dp, mínimo e máximo de FC, após 5 min de aquecimento e após cada uma das 4 séries de 8 min obtidos em teste de carga constante na velocidade correspondente a VMSSL..	82
Anexo 5	Parecer do comitê de ética e pesquisa (nº 146/2005).....	83
Anexo 6	Termo de consentimento informado .....	84
Anexo 7	Ficha de avaliação 1 – antropometria e teste retangular.....	86
Anexo 8	Ficha de avaliação 2 – continuação do teste retangular.....	87
Anexo 9	Ficha de avaliação 3 – controle de voltas e FC durante o TCAR.....	88
Anexo 10	Procedimentos complementares relativos à aplicação do TCAR	89

## RESUMO

O Limiar anaeróbio (Lan) obtido durante um teste incremental em esforço contínuo, presumivelmente indica a carga de trabalho correspondente ao máximo *steady-state* de lactato (MSSL). Com base nesse modelo teórico vigente, diversos LAN não-invasivos derivados do TCAR têm sido utilizados como preditores do MSSL. Entre eles, os limiares de frequência cardíaca identificados por inspeção visual (PDv) e pelo método matemático (Dmáx), o Dmáx predito (Dmáx<sub>pred</sub>) e a velocidade de limiar de 4 mmol·l<sup>-1</sup> predita (V4<sub>pred</sub>). O objetivo da presente investigação foi verificar a validade desses Lan como preditores do MSSL na modalidade de Futsal. Oito jogadores de Futsal (21,3 ± 3,1 anos; 177,4 ± 7,7 cm; 79,4 ± 21,2 kg; 13,2 ± 5,7 %gordura) foram submetidos aos seguintes testes de campo: 1) Teste incremental de corrida intermitente (TCAR) realizado em sistema de “ida-e-volta”, constituído de repetições de 12 segundos de corrida intercaladas por 6 segundos de caminhada, com velocidade inicial de 9 km·h<sup>-1</sup> e incrementos de 0,6 km·h<sup>-1</sup> a cada 90 segundos até a exaustão voluntária. Variáveis identificadas no TCAR: velocidade (V) e frequência cardíaca (FC) dos diversos Lan preditores; 2) Teste de carga constante (TCC) com duração de 32 minutos divididos em 4 séries de 8 minutos de corrida intermitente (mesmo sistema aplicado no TCAR), com intervalo passivo de 1 minuto para coletar amostras de 25 µL de sangue e mensurar a FC. O MSSL foi definido como sendo a maior velocidade onde ocorreu *steady-state* de lactato (aumento não superior a 1,2 mmol·l<sup>-1</sup> entre o 8º e 32º minuto). O primeiro TCC foi realizado com 100% da velocidade do Dmáx (VDmáx) e subsequentes TCC foram aplicados e a velocidade incrementada em 0,6 km·h<sup>-1</sup> após cada TCC até que o MSSL foi verificado. Variáveis identificadas no TCC: V e FC correspondentes ao MSSL (VMSSL e FCMSSL). Os resultados obtidos para V e FC dos Lan preditores foram: VPDv (13,0 ± 1,5 km·h<sup>-1</sup>), VDMáx (12,2 ± 1,4 km·h<sup>-1</sup>), VDMáx<sub>pred</sub> (12,4 ± 1,2 km·h<sup>-1</sup>), V4<sub>pred</sub> (13,3 ± 0,8 km·h<sup>-1</sup>) e FCPDv (186 ± 11 bpm), FCDmáx (178 ± 10 bpm), FCDmáx<sub>pred</sub> (183 ± 8 bpm), respectivamente. Quando foram comparadas com a VMSSL (12,5 ± 1,6 km·h<sup>-1</sup>) e FCMSSL (182 ± 4 bpm), não apresentaram diferenças (p>0,05). As correlações encontradas foram significantes, com destaque para a VDMáx (r = 0,98) e FCDmáx (r = 0,88), com exceções para FCDmáx<sub>pred</sub> (r = 0,53) e V4<sub>pred</sub> (r = 0,70), ambas não significantes. Os valores encontrados de concentração de lactato no MSSL foram 4,2 ± 1,8 mmol·l<sup>-1</sup> (1,4 a 6,7). Assim, concluiu-se que os Lan derivados do TCAR são válidos como preditores do MSSL em jogadores de Futsal e que, as respostas fisiológicas verificadas nesse sistema de corrida intermitente foram similares ao modelo teórico vigente, sugerindo um modelo generalizável.

**Palavras-chave:** Limiar anaeróbio. Máximo *steady-state* de lactato. Teste intermitente de campo. Futsal.

## ABSTRACT

Anaerobic threshold (LAn) obtained during an incremental test with continuous effort, presumably indicate the workload corresponding to maximal lactate steady state (MSSL). Based on this present theoretical model, several non-invasive LAn derived from TCAR have been used as predictors of MSSL. Among them, the HR thresholds identified by visual inspection (PDv) and by the mathematical method (Dmáx), predicted Dmáx (Dmáx<sub>pred</sub>) and threshold velocity of 4 mmol·l<sup>-1</sup> predicted (V4<sub>pred</sub>). The purpose of the present investigation was to ascertain the validity of these thresholds as predictors of MSSL in Futsal. Eight Futsal players (21.3 ± 3.1 years; 177.4 ± 7.7 cm; 79.4 ± 21.2 kg; 13.2 ± 5.7 % of fat) were submitted to the following field tests: 1) Incremental test of intermittent run (TCAR) performed in the shuttle run system, constituted of repetitions of 12 second runs interpolated by 6 seconds of walk, with initial speed of 9 Km·h<sup>-1</sup> and increased of 0.6 Km·h<sup>-1</sup> every 90 seconds until voluntary exhaustion. Variables identified in the TCAR: velocity (V) and HR of several predictors LAn; 2) Constant workload test, with duration of 32 minutes divided in 4 series of 8 minutes of intermittent run (same system applied in TCAR), with passive interval of 1 minute to collect 25 µL of blood samples and measure the HR. MSSL was defined as being the highest speed where the lactate steady-state occurred (increase not superior to 1.2 mmol·l<sup>-1</sup> between the 8<sup>th</sup> and 32<sup>nd</sup> minute). The first constant workload test of 32 minutes was conducted with 100% of the speed of Dmáx (VDmáx) and following constant load tests were performed and speed increased 0.6 km·h<sup>-1</sup> after each constant load test until the MSSL was attained. Variables identified in the test: velocity and HR corresponding to MSSL (VMSSL and HRMSSL). The results obtained to velocity and HR of predictor s LAn were: VPDv (13.0 ± 1.5 km·h<sup>-1</sup>), VDmáx (12.2 ± 1.4 km·h<sup>-1</sup>), VDmáx<sub>pred</sub> (12.4 ± 1.2 km·h<sup>-1</sup>), V4<sub>pred</sub> (13.3 ± 0.8 km·h<sup>-1</sup>) and HRPDv (186 ± 11 bpm), HRDmáx (178 ± 10 bpm), HRDmáx<sub>pred</sub> (183 ± 8 bpm), when compared to VMSSL (12.5 ± 1.6 km·h<sup>-1</sup>) and HRMSSL (182 ± 4 bpm) respectively, didn't show differences (p>0.05). The correlations found were significant, specially VDmáx (r = 0.98) and HRDmáx (r = 0.88), with exceptions for HRDmáx<sub>pred</sub> (r = 0.53) and V4<sub>pred</sub> (r = 0.70), both not significant. The values found in the concentration of lactate in MSSL were 4.2 ± 1.8 mmol·l<sup>-1</sup> (1.4 to 6.7). Therefore, the conclusion is that LAn derived from TCAR are valid as predictors of MSSL in Futsal players and that the physiological responses verified in this intermittent running were similar to the present theoretical model, suggesting a generalizable model.

**Keywords:** Anaerobic threshold. Maximal lactate steady-state. Intermittent test of field. Futsal.

## 1.0 INTRODUÇÃO

O máximo *steady-state* de lactato (MSSL) corresponde à maior carga de trabalho que pode ser sustentada ao longo do tempo, sem uma contínua acumulação de lactato no sangue (BENEKE e VON DUVILLARD, 1996; BENEKE, 1995; GAESSER *et al.*, 1995; FARREL *et al.*, 1979). A determinação da carga de MSSL requer a aplicação de testes com cargas constantes, crescentes, de 20-30 minutos de duração e sucessivas visitas ao laboratório ou centro de avaliação (BORCH *et al.*, 1993; HECK *et al.*, 1985; MADER, 1991; URHAUSEN *et al.*, 1993), bem como, uma metodologia invasiva e de custos altos. Assim, considerando as dificuldades implícitas na determinação do MSSL acima descritas, surgiram alternativas de aproximação do MSSL a partir de testes incrementais com estágios de curta duração, utilizando-se métodos invasivos e não invasivos. A essa intensidade estimada de MSSL, Wasserman e McIlroy (1964) denominaram limiar anaeróbio (LAn).

A intensidade a partir da qual a concentração de lactato [La] aumenta sistematicamente acima dos níveis de repouso ou de base, em média podendo ser caracterizada por uma [La] próximo a 4 mmol·l<sup>-1</sup> (HECK *et al.*, 1985), geralmente é considerada uma aproximação do MSSL em teste incremental. A partir desta intensidade, o aumento da carga de exercício levaria a um incremento progressivo nas [La], dificultando a execução de atividades de longa duração acima desta faixa. Quando expressa em velocidade, segundo Ribeiro *et al.* (1985), essa intensidade tem sido utilizada como velocidade de referência de MSSL (VRMSSL), com alta correlação com o desempenho de resistência aeróbia (SJÖDIN e JACOBS, 1981; TOKMAKIDIS e LÉGER, 1995). Além disso, a sua determinação tem implicações



práticas importantes na prescrição de treinamento (DE-OLIVEIRA, GAGLIARDI, KISS, 1994), e discriminação dos efeitos do mesmo (HERMANSEN e SALTIN, 1967; ELKBOM, 1969 apud KARLSSON e JACOBS, 1982).

Em pouco tempo, a utilização do conceito de LAn foi disseminada, sendo que tanto pesquisadores quanto treinadores verificaram a sua aplicabilidade prática. Porém, em situações que o LAn é determinado por metodologia invasiva (limiar de lactato) ou não invasiva (limiar ventilatório), até mesmo o LAn torna-se inacessível, pelo alto custo, necessidade de mão de obra especializada e material sofisticado, freqüentemente indisponível.

## 1.1 O PROBLEMA

Em diversas modalidades esportivas (individuais e coletivas), a corrida é parte integrante específica e/ou básica da preparação física dos atletas, sendo que a identificação da VRMSSL é útil para a aplicação otimizada das cargas de treino. Para os atletas de esportes coletivos, a VRMSSL é importante para a prescrição e monitoramento das intensidades de trabalho, ainda que, em princípio, esses atletas não necessitem da mesma precisão imprescindível aos atletas de *endurance* praticantes de modalidades individuais.

As atividades de treino com atletas têm como objetivo as adaptações específicas ao esporte (KIPKE, 1991), sendo que atualmente, recomenda-se a utilização de testes de campo para o estabelecimento de intensidades norteadoras de treino e discriminação dos efeitos do mesmo (DAL MONTE, 1989; HECK *et al.* 1985, KISS *et al.*, 1995); sendo assim, deve - se incluir a utilização de métodos de aproximação do MSSL em testes mais específicos.

Entre os diversos métodos de determinação do LAn visando uma aproximação do MSSL, o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) é o mais utilizado e dos mais controvertidos métodos alternativos (BUNC *et al.*, 1995; COEN, URHAUSEN, KINDERMANN, 1988; CONCONI *et al.*, 1996; JEUKENDRUP *et al.*, 1997; HOFMANN *et al.*, 1996; HOFFMANN *et al.*, 1997; GÖKBEL, KARA, BEDIZ, 1997; SCHMID *et al.*, 1998).

O PDFC obtido, originalmente, pela técnica de inspeção visual - PDv (CONCONI *et al.*, 1982) é um método bastante prático. No entanto, esse ponto de deflexão parece não ser uma variável fisiológica generalizável, podendo não ser encontrado em diversos sujeitos (RIBEIRO *et al.*, 1985), com identificações positivas entre 0 – 93% dos avaliados (BUNC *et al.*, 1995; HECK *et al.*, 1989 apud BUNC *et al.*, 1995; CONCONI *et al.*, 1996; LIMA, DE-OLIVEIRA, KISS, 1996).

A literatura consultada para o presente estudo apresenta poucas investigações envolvendo a identificação do PDFC em testes incrementais de corrida num sistema de “ida-e-volta” (LIMA, UGRINOWITSCH, KISS, 1996; BARROS *et al.*, 1996; JÜRIMÄE, MATLEP, TAMMIK, 1997; CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005a).

Com objetivo de avaliar a aptidão física aeróbia de atletas praticantes de esportes com natureza intermitente, que realizam corridas com mudanças de direção, acelerações e desacelerações constantes durante treinos e jogos, foi apresentado um teste incremental de corrida intermitente em sistema de “ida-e-volta”, denominado TCAR (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004). Uma das principais variáveis obtidas no TCAR é o PDFC, considerado um indicador “fisiológico” da capacidade aeróbia. Em adição, segundo De-Oliveira *et al.* (2005), o pico de velocidade (PV) em teste incremental intermitente é empregado na avaliação

de atletas de esportes coletivos como aproximação da velocidade no  $VO_2$ máx, em função da facilidade de mensuração do PV. Tratando-se de um teste incremental envolvendo corrida, o PV obtido no final do TCAR pode ser utilizado como um indicador “cinesiológico” da potência máxima aeróbia ( $\approx$  velocidade máxima aeróbia).

Investigando 112 atletas de esportes coletivos aplicando o TCAR, foi possível identificar o PDv em 100% dos avaliados (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005a). Por ser uma alternativa de aproximação do mesmo fenômeno, o estudo apresentou também, a identificação do PDFC pelo método matemático - Dmáx (KARA, 1996). Apesar das correlações altas e significantes encontradas ( $r = 0,890$  para FC e  $0,836$  para velocidade -  $p < 0,001$ ), os valores de FC e velocidade foram significativamente diferentes ( $FCDv = 184 \pm 8$  bpm vs.  $FCDmáx = 180 \pm 8$  bpm;  $VPDv = 13,1 \pm 1,0$   $km \cdot h^{-1}$  vs.  $VDmáx = 12,9 \pm 1,1$   $km \cdot h^{-1}$ ), com valores maiores para PDv. Estes achados credenciam o TCAR como uma alternativa atraente de teste de campo, quando o objetivo é determinar os LAn (PDv e Dmáx) em teste incremental de corrida intermitente de maneira não invasiva.

A utilização do método Dmáx, além de diminuir a subjetividade implícita na determinação do PDv, possibilita a identificação positiva do fenômeno em 100% dos casos (KARA *et al.*, 1996), achado corroborado recentemente por Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005b), empregando o TCAR. Nesse mesmo estudo, os autores investigaram a possibilidade de predizer o Dmáx ( $Dmáx_{pred}$ ) por percentuais fixos da FC máxima ( $\%FCmáx$ ) e do pico de velocidade ( $\%PV$ ) neste tipo de teste. O estudo foi realizado inicialmente com o grupo de validação ( $n=58$ ) e validação cruzada ( $n=54$ ), gerando percentuais médios que foram aplicados posteriormente no grupo total ( $n=112$ ) e de validação cruzada externa ( $n=23$ ), respectivamente. Os resultados encontrados sugeriram evidências de validade da hipótese do estudo e

apresentaram valores médios de 91,4% da  $FC_{m\acute{a}x}$  ( $FCD_{m\acute{a}x_{pred}}$ ) e 80,4% do PV ( $VD_{m\acute{a}x_{pred}}$ ) obtidos no TCAR, como aproximação inicial do fenômeno (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005b).

Um estudo realizado por Ribeiro *et al.* (2004), aplicando o TCAR em um grupo heterogêneo de esportes coletivos intermitentes ( $n = 68$ , futebol, basquete e handebol masculino), apresentou um modelo de predição a partir da velocidade interpolada na concentração fixa de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  de lactato ( $V4_{pred}$ ), como aproximação da VMSSL. A análise conjunta do coeficiente de correlação múltipla e do erro padrão de estimativa dos valores medidos e preditos pela equação sugeriu a validade da  $V4_{pred}$  em atletas de esportes coletivos, a partir de variáveis de fácil obtenção (pico de velocidade no TCAR e idade). No entanto, esse modelo de predição necessita de obtenção de evidências de validade externa e, preferencialmente, uma confirmação de MSSL em carga constante com duração maior que vinte minutos (HECK *et al.*, 1985), ou então, como sugerido por Chicharro e Arce (1991), com duração de 20, 25 ou 30 minutos, de acordo com a modalidade estudada.

Em outro estudo com 32 atletas masculinos de futebol ( $n=21$ ) e handebol ( $n=11$ ), Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005c) identificaram a velocidade do PDv ( $VPDv$ ) no TCAR e, com base nos resultados obtidos, numa outra sessão os atletas foram submetidos a um teste com carga constante durante 21 min nas respectivas  $VPDv$  (três séries de 7 min de corrida no mesmo sistema do TCAR com pausa de 1 min) para verificar a FC, percepção subjetiva de esforço e coletar amostras de sangue arterial para medir a [La]. Os valores encontrados nessa segunda sessão de teste, demonstraram diferença não-significante entre FC no PDv no TCAR e FC média no teste de carga constante ( $p>0,05$ ), bem como, um estado

de equilíbrio preliminar nas [La] em 75% da amostra ( $3,3 \pm 1,6 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), especulando-se que a PDv pode representar uma aproximação do MSSL.

Com base no modelo teórico de esforço contínuo referente ao MSSL, os LAn derivados do teste TCAR denominados - limiares de FC identificados por inspeção visual (PDv) e pelo método matemático ( $D_{\text{máx}}$ ),  $D_{\text{máx}_{\text{pred}}}$ , bem como,  $V_{4_{\text{pred}}}$ , têm sido utilizados como alternativas de aproximação do MSSL. Porém, ainda não existe comprovação de que esses LAn são válidos como preditores do MSSL, bem como, se o modelo teórico vigente para esforço contínuo pode ser aplicado para esforço intermitente com pequenas pausas entre as corridas de “ida-e-volta”.

Sendo assim, a partir das lacunas detectadas, foram estabelecidas as perguntas para o presente estudo:

- Quando identificados através do TCAR, o PDv e o  $D_{\text{máx}}$  são limiares de FC generalizáveis, associados e localizados em intensidades similares?
- O PDv, o  $D_{\text{máx}}$  e o  $D_{\text{máx}_{\text{pred}}}$  obtidos no TCAR são preditores confiáveis do MSSL?
- A  $V_{4_{\text{pred}}}$  pode ser utilizada como aproximação da VMSSL?

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Verificar a validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (TCAR) realizado em campo como preditores do máximo *steady-state* de lactato em jogadores de futsal.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os LAn derivados do TCAR;
- Determinar o MSSL em teste retangular de corrida intermitente em carga constante;
- Comparar os LAn derivados do TCAR com o MSSL;
- Verificar o grau de associação entre os LAn e o MSSL.

### 1.4 HIPÓTESES

- Quando identificados através do TCAR, o PDv e o Dmáx são limiares de FC generalizáveis, associados e localizados em intensidades similares.
- Os LAn derivados do TCAR não são distintos do MSSL.

### 1.5 JUSTIFICATIVA

Um dos fatores determinantes da recente evolução no esporte de rendimento foi o aprimoramento da preparação física dos atletas. Diante desse novo contexto, cresceu o interesse em aperfeiçoar os meios e métodos de avaliação, prescrição e acompanhamento do treinamento físico.

Em modalidades esportivas com predomínio das atividades aeróbias, o LAn e o MSSL são variáveis freqüentemente utilizadas como parâmetros de referência da capacidade aeróbia. Essas variáveis podem ser obtidas através de avaliações de laboratório ou de campo (métodos invasivos e não-invasivos), com protocolos contínuos ou intermitentes. Contudo, uma avaliação laboratorial ou de campo com

metodologia invasiva é dispendiosa, seja do ponto de vista financeiro (requer instrumentação sofisticada), seja quanto ao tempo gasto para avaliar grande número de atletas, em função da dificuldade de avaliá-los simultaneamente.

De acordo com as premissas acima citadas, pode especular-se também, que as variáveis fisiológicas e neuro-musculares sofrem influência direta da especificidade nas respectivas avaliações, pressupondo que os testes devam reproduzir, sempre que possível, o gesto técnico e/ou as ações de jogo e, preferencialmente aplicados em ambiente conhecido dos atletas. Diante deste contexto e da escassez de estudos de confirmação de MSSL a partir de LAn derivados de teste incremental de corrida intermitente em sistema de “ida-e-volta”, surgiu o interesse de investigar a validade desses LAn como preditores de MSSL em modalidades de esportes coletivos de natureza intermitente, empregando o TCAR.

A escolha do referido teste para o presente estudo, foi decorrente dos diversos estudos já realizados com o mesmo, demonstrarem que o TCAR reúne os pré-requisitos básicos de adequação à determinação das variáveis desejadas, atendendo aos apelos de validade ecológica, metodologia simplificada e não invasiva, respectivamente.

## **1.6 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA**

Jogadores de futsal do sexo masculino (nível regional), com idade entre 18 e 30 anos, que estavam praticando a modalidade regularmente a pelo menos um ano e que aceitaram o convite para participar voluntariamente do estudo.

## 2.0 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AVALIAÇÃO FÍSICA AERÓBIA DE ATLETAS

Nas modalidades esportivas em que a participação do metabolismo aeróbio é predominante, existe uma procura permanente de melhores métodos de treinamento e de meios confiáveis de avaliar a aptidão física aeróbia dos atletas. Durante muito tempo, o volume máximo de absorção, transporte e utilização de oxigênio em unidade de tempo ( $VO_{2máx}$ ), foi considerado o fator biológico discriminador da aptidão física de esportistas praticantes de atividades com alta demanda energética aeróbia. Porém, a partir dos anos 70, constatou-se que o  $VO_{2máx}$ , isoladamente, não permite explicar a *performance* atlética nestas atividades, pois foram encontradas diversas combinações entre  $VO_{2máx}$  e rendimento esportivo (DANIELS, YARBROUGH, FOSTER, 1978; FARREL *et al.*, 1979; NOAKES, 1988).

O valor preditivo do  $VO_{2máx}$  foi posto em causa por ser influenciado por fatores estranhos ao treino. Entre eles, podemos referir a influência exercida pela carga genética (KLISSOURAS, 1971) e o fato de que, apesar de variações importantes na capacidade aeróbia e *performance*, o  $VO_{2máx}$  de atletas com alto nível aeróbio praticamente não sofre mudanças com o treinamento (ACEVEDO e GOLDFARB, 1989; DANIELS *et al.*, 1978). Tais motivos sugeriram a necessidade da procura de outros parâmetros que traduzissem, com maior sensibilidade, as variações induzidas pelo treino na capacidade de utilização do sistema aeróbio durante o esforço. Neste processo, a medida da [La] em intensidades submáximas contribuiu substancialmente para a evolução do conhecimento e utilização dos indicadores metabólicos durante o exercício físico, além de facilitar a aplicação de cargas de



treinamento e discriminação de *performance* e efeitos do treino (DE-OLIVEIRA, GAGLIARDI, KISS, 1994; RIBEIRO, 1995; WELTMAN, 1995).

A investigação sobre as razões causais do acúmulo de lactato em esforço submáximo e de uma zona metabólica a partir da qual a [La] não pode mais ser mantida constante (intensidade de MSSL), têm sido pontos de grande interesse para especialistas em exercício físico (RIEU, 1986).

A utilização de testes para avaliar o nível de aptidão, o efeito de programas de treino, o estado de prontidão de uma equipe ou atleta, ou para planejar e prescrever programas de treino de curto ou longo prazo é uma necessidade para quem tem a responsabilidade de conduzir o processo de treinamento (BANGSBO, 1996; SOARES, 1998; SOARES, NATAL, DUARTE, 1998). Por outro lado, a aplicação sistemática de um teste e a acumulação de resultados permitem caracterizar uma população e estabelecer referências sobre uma dada capacidade.

Um teste de avaliação e controle sistemático de treinamento precisa atender aos critérios de validade, reprodutibilidade e objetividade, deve gastar pouco tempo na sua aplicação e, sempre que possível, ter baixo custo. Sendo assim, poderá ter maior aplicabilidade, na medida em que os treinadores não terão que sacrificar muito tempo do treino em tarefas da avaliação e controle do treinamento.

Quando se discute o problema da avaliação em atletas, em especial da aptidão física, levanta-se a polêmica das vantagens e desvantagens da sua realização em condições laboratoriais ou através de testes de campo. Os testes de campo, consensualmente referidos como mais específicos, apresentam alguns problemas no que se refere ao controle das condições de realização e administração dos mesmos. Variáveis como a temperatura, grau de umidade relativa do ar e grau de concordância no rigor de aplicação dos critérios entre diferentes pessoas que

administram e controlam os testes são alguns exemplos. Estes problemas devem então ser suficientemente ponderados por quem pretende utilizar este tipo de avaliação.

Contudo, a avaliação laboratorial envolvendo aplicação de testes de esforço é dispendiosa, tanto do ponto de vista financeiro, quanto ao tempo consumido para avaliar cada atleta, em função da dificuldade de testar vários sujeitos simultaneamente. Pressupõe a necessidade de equipamentos sofisticados, caros e requer um espaço físico adequado ao controle de variáveis ambientais. Daí que testes alternativos de campo, mais baratos, específicos e que otimizam o tempo gasto na avaliação de grupos (esportes coletivos), sejam uma opção a considerar no quadro concreto da avaliação física e controle do rendimento.

Além dos aspectos acima citados, um teste será mais útil e eficaz para o fim a que se destina, se possuir outras características fundamentais:

- Relevância das variáveis avaliadas para o rendimento ou desempenho da modalidade;
- Especificidade relativa ao contexto, ou seja, ter a maior validade ecológica possível;
- Padronização dos procedimentos de aplicação dos testes relativos à administração, instrução e controle da avaliação;
- Capacidade de discriminação do teste (sensibilidade) para que seja possível quantificar os efeitos do treinamento.

## 2.2 LIMIARES ANAERÓBIOS – PREDIÇÃO DO MSSL

A partir da década de 70, o conceito de LAn passou a ser um ponto de exaustivo estudo e controvérsia (BUENO, 1990; DI PRAMPERO, 1986; KARLSSON e JACOBS, 1982; JONES e EHRSAM, 1982; MADER, 1991; MADER e HECK, 1986; McLELLAN, 1987; POWERS e BEADLE, 1985; SKINNER e McLELLAN, 1980; WALSH e BANISTER, 1988). As suas bases de sustentação, o aumento dos níveis de lactato causado pela insuficiência de  $O_2$  e a sua relação com modificações em parâmetros ventilatórios, foram intensivamente defendidos (DAVIS, 1985) e criticados (BROOKS, 1985).

Alguns estudos apresentaram que os níveis de lactato encontrados em intensidades submáximas não eram causados por hipóxia tecidual, mas por um desequilíbrio entre a potência metabólica glicolítica e oxidativa, com a segunda sendo incapaz de metabolizar o piruvato na mesma velocidade com que este é produzido pela glicólise, causado pela incapacidade dos carreadores de transportar rapidamente  $H^+$  (ANTONUTTO e DI PRAMPERO, 1995; KARLSSON e JACOBS, 1982; KOYAL, 1994; STAINSBY e BROOKS, 1990). Além disso, ocorreria uma desigualdade entre o aparecimento e o desaparecimento do lactato, causado por um aumento excessivo na sua produção e/ou diminuição na sua utilização por áreas ativas e inativas (BROOKS, 1985; GLADDEN, 2000). Outros defendem a não existência do LAn, pois o incremento da [La] seria curvilíneo (YEH *et al.*, 1983).

Por razões práticas, para a aproximação do MSSL são utilizados protocolos com cargas triangulares de curta duração (testes incrementais por estágios), utilizando-se métodos invasivos e não invasivos (CHICHARRO e ARCE, 1991; HECK *et al.*, 1985; LOAT e RHODES, 1993; RIBEIRO, 1995; WALSH e BANISTER,

1988; STEGMANN, KINDERMANN, SCHNABEL, 1981). Wassermann e McIlroy (1964) denominaram LAn - a intensidade estimada de MSSL, obtida através da aplicação de testes incrementais com estágios de curta duração.

Em geral, é considerada uma aproximação do MSSL em teste incremental, a intensidade a partir da qual a [La] aumenta sistematicamente acima dos níveis de repouso ou de base, em média podendo ser caracterizada por uma [La] próxima a 4 mmol·l<sup>-1</sup> (HECK *et al.*, 1985). A partir desta intensidade, o aumento da carga de exercício leva a um incremento progressivo nas [La], dificultando a execução de atividades de longa duração acima desta faixa. Esta referência de intensidade quando expressa em velocidade, tem sido utilizada como VMSSL (RIBEIRO *et al.*, 1985) e tem mostrado uma alta correlação com o desempenho de resistência aeróbia (SJÖDIN e JACOBS, 1981; TOKMAKIDIS e LÉGER, 1995).

Fazendo uma análise de metodologias, invasiva (lactato) e não invasivas (ventilação e frequência cardíaca) e comparando os resultados obtidos com o “padrão-ouro” (MSSL), Heck (1990a), mostrou que todas as metodologias estudadas fornecem resultados de referência que, em alguns pontos, se afastam dos valores de MSSL, concluindo que, quanto à validade, todos estes métodos se equiparam. Além disso, os mais diversos métodos de identificação são altamente associados (TOKMAKIDIS, LÉGER, PILIANIDIS, 1998), podendo, no entanto, divergir significativamente em intensidade (NICHOLSON e SLEIVERT, 2001).

Várias recomendações e testes apresentados para a identificação de variáveis de referência de MSSL, ainda não obtiveram evidências de validade, caso das propostas de Causarano *et al.* (1992), Chicharro e Arce (1991); Föhrenbach, Mader, Hollmann (1987); Geysmeyer e Rieckert, 1987; Mader, Madsen, Hollmann

(1978); Martin, Jimmy, Marti (2001); Simões, Campbell, Kokubun (1993); Zalessky (1985).

De-Oliveira *et al.* (1993) encontraram  $r = 0,98$  entre os valores de  $V_4$  identificado em pista e laboratório ( $13,2 \pm 2,75$  e  $13,9 \pm 2,55$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , respectivamente), em um grupo heterogêneo de indivíduos. No primeiro, foram utilizadas corridas de 1200 m, velocidade inicial de 9,4 / 10,8  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e incrementos de 2,8  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , com pausa de 1 minuto. No laboratório, foi utilizada a metodologia recomendada por Heck *et al.* (1985) para a identificação de  $V_4$ . A limitação neste estudo está no pequeno número de sujeitos estudados ( $n = 9$ ).

Tegtbur, Busse, Braumann (1993) apresentaram uma atraente metodologia para identificar uma intensidade de exercício em pista que corresponderia ao MSSL. O método consta da aplicação de um ou dois esforços anaeróbios máximos, com considerável acúmulo de lactato (2 x 200 ou 300 + 200 m); após uma pausa de 8 min, o indivíduo inicia um teste incremental por estágios com repetições de corridas de 800 m. Inicialmente, com as primeiras cargas, verifica-se que as [La] começam a diminuir, alcançando um valor mínimo ( $[\text{La}]_{\text{min}}$ ), a partir do qual temos um aumento progressivo. O ponto de  $[\text{La}]_{\text{min}}$  seria a intensidade de equilíbrio entre a produção e remoção do lactato. Em seus estudos, os autores constataram que nesta intensidade teremos o MSSL na maioria dos casos. Simões (1997) encontrou resultados similares em corredores, utilizando uma corrida máxima de 500 m para induzir a acidose. Neste estudo não foram encontradas diferenças significante entre a carga de  $[\text{La}]_{\text{min}}$  e o limiar anaeróbio individual (IAT) de Stegmann, Kindermann, Schnabel (1981). Esta abordagem tem a vantagem de proporcionar ao mesmo tempo índices de aptidão física anaeróbia e aeróbia, sendo bastante útil para otimizar o tempo de

avaliação, com o inconveniente do grande número de coletas que devem ser feitas e o grande tempo necessário para uma avaliação individual.

Com objetivo de estudar a influência do princípio da especificidade inerente à avaliação aeróbia de atletas de esportes coletivos (LIMA, UGRINOWITSCH, KISS, 1996), compararam a velocidade do LAn com concentrações fixas de lactato (CFL) =  $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  ( $V_{3,5}$ ) em teste incremental contínuo sem mudança de direção (CON) vs. um teste *shuttle run* de 20 m – TSR (modificado de LÉGER e LAMBERT, 1982). A velocidade máxima e a  $V_{3,5}$  no CON foram significativamente maiores (14,7 e 10,9  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  vs. 12,5 e 9,5  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  no TSR, respectivamente). Com valores similares de FC e [La] no esforço máximo, bem como FC na  $V_{3,5}$ . De acordo com os autores, a corrida com acelerações, desacelerações, paradas bruscas e mudanças de direção (teste TSR), provoca um *stress* metabólico maior que a corrida contínua, sugerindo que testes do tipo *shuttle run* podem melhorar o grau de especificidade das avaliações aeróbias nos esportes coletivos.

Em relação à aplicação do LAn (CFL = 3,5) e do IAT (STEGMANN, KINDERMANN, SCHNABEL, 1981) obtidos no teste *shuttle run* multi-estágios de 20 m (TSR) em campo, Denadai *et al.* (2002) obtiveram boas evidências de validade e excelente reprodutibilidade da velocidade correspondente a [La]  $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  no TSR ( $V_{3,5}\text{TSR}$ ), em jogadores de futebol. Num dos experimentos foi comparado  $V_{3,5}\text{TSR}$  com  $V_{3,5}$  em protocolo contínuo na esteira ergométrica e, apesar das correlações altas ( $r = 0,82$  - velocidade e  $r = 0,65$  - FC;  $p < 0,05$ ), houve uma diferença significativa ( $14,4 \pm 0,8$  - esteira vs.  $11,8 \pm 0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  - TSR), bem como, na velocidade máxima dos testes ( $16,4 \pm 0,8$  - esteira vs.  $12,7 \pm 0,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  - TSR). Em outro experimento do mesmo estudo, houve diferenças significantes entre a CFL =  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  ( $V_4$ ) interpolada a partir de três repetições de 1200 m em teste contínuo com  $V_4$

interpolada a partir de três velocidades no TSR de 20 m ( $14,1 \pm 0,5$  - CON vs.  $12,1 \pm 0,9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  - TSR;  $r = 0,80$ ;  $p < 0,05$ ). Descarta-se, portanto, o emprego de  $V_{3,5}\text{TSR}$  e  $V_{4,0}\text{TSR}$  para a prescrição da intensidade do treinamento aeróbio de corrida sem mudança de direção (pista, campo ou esteira ergométrica), pois as velocidades são subestimadas (DENADAI *et al.*, 2002).

A partir dos achados de Denadai *et al.* (2002), Faria (2002) investigou a validade do emprego do LAn individual ( $V_{\text{IAT}}$ ) e LAn ( $V_{3,5}$ ), para determinação do MSSL em jogadores de futebol obtido no teste *shuttle run* multi-estágios de 20 m (TSR). O estudo mostrou que as médias das velocidades ( $V_{3,5}$  e  $V_{\text{IAT}}$ ) foram  $12,1$  e  $12,2$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ , respectivamente ( $r = 0,77$ ), sendo estatisticamente maiores que a velocidade média encontrada no TSR para o MSSL ( $\text{VMSSL} = 11,1$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Na forma relativa (%) também houve diferenças significantes ( $V_{3,5} = 91,6\%$ ,  $V_{\text{IAT}} = 92,2\%$  e  $\text{VMSSL} = 84,1\%$  do PV obtido no teste TSR). Quanto à resposta de FC, esse estudo corroborou os achados de Denadai *et al.* (2002), uma vez que não apresentou diferenças significantes entre nos LAn e a FC na VMSSL. Segundo Faria (2002), dentro das condições experimentais do estudo, os LAn ( $V_{\text{IAT}}$  e  $V_{3,5}$ ) não são válidos para a determinação da VMSSL durante o teste *shuttle run* de 20 m.

### 2.3 MÁXIMO *STEADY-STATE* DE LACTATO (MSSL)

Em diversas modalidades desportivas, individuais e coletivas, a corrida é parte integrante específica e/ou básica da preparação física dos atletas, sendo que a identificação da VRMSSL é útil para a aplicação otimizada das cargas de treino.

Para atletas de esportes coletivos, a VRMSSL é importante para a prescrição e monitoramento das intensidades de trabalho, ainda que, em princípio, esses atletas não necessitem da mesma precisão imprescindível aos atletas de *endurance* praticantes de modalidades individuais.

Algumas definições de máximo *steady-state* de lactato (MSSL):

Durante a execução de um trabalho físico leve ou moderado, verificamos um aumento inicial das [La] durante os primeiros minutos de exercício. Posteriormente, temos uma diminuição destes valores, retornando, 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, 1991; MADER e HECK, 1986).

Com o incremento da carga de exercício em testes retangulares, verificamos que a partir de uma determinada intensidade, as [La] aumentam progressivamente, obrigando, em algumas situações, ao término precoce do teste por fadiga. Esta última intensidade, com lactato constante (em equilíbrio), foi denominada de MSSL (MADER, 1991; MADER e HECK, 1986; HECK *et al.*, 1985; HOLLMANN, 1985).

O MSSL é presumivelmente a maior [La] em que o equilíbrio pode ser alcançado entre o aparecimento e o desaparecimento do lactato durante exercício com carga de trabalho constante (BENEKE, 2003a, 2003b; BENEKE, HÜTLER, LEITHÁUSER, 2000, 2001; BENEKE & DUVILLARD, 1996; BENEKE *et al.*, 1996).



O MSSL define o limite entre a intensidade de exercício intenso e severo (BENEKE *et al.*, 2003). Atletas bem sucedidos realizam mais que 80% de seus treinamentos abaixo deste limite (BILLAT *et al.*, 2003a).

O estudo de Heck *et al.* (1985), apresentou empiricamente que o MSSL corresponderia aproximadamente a [La] de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , estando em média,  $2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  acima do LAn proposto em 1964 por Wasserman (HOLLMANN, 1985; HOLLMANN, 1991). A partir da publicação de Heck *et al.* (1985), a determinação deste valor “limiar” passou a ser rotina para a avaliação da capacidade de rendimento aeróbio e o seu uso foi indiscriminado, apesar de variações de metodologias e nível de capacidade aeróbia dos sujeitos estudados.

Estudando a resposta da [La] em cargas constantes, Heck *et al.* (1985) encontraram valores de  $4,0 \pm 0,7 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (3,0 – 5,5). No estudo da Billat *et al.* (1994), a [La] permaneceu em equilíbrio durante exercício de carga constante com média de  $3,9 \pm 1 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (2,2 – 6,7) e, com média de  $4,9 \pm 1,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (1,9 – 7,5) no estudo de Beneke, Hütler, Leithäuser (2000), ambos com amostras de sangue arterial.

No entanto, deve ser enfatizado que as CFL são médias e que a execução de exercícios em velocidades correspondentes a elas, não necessariamente representam equilíbrio entre o aparecimento e desaparecimento de lactato, podendo ou não se equilibrar em idêntica, maiores ou menores [La] (HECK, 1990a; 1990b).

Borch *et al.* (1993) acrescentaram mais um ponto de discussão aos já existentes. Estes autores, estudando somente atletas de esportes aeróbios, encontraram que o valor de [La] de 3,0 deve ser utilizado como índice de MSSL em teste incremental em esteira. A justificativa apresentada foi que o grupo estudado possuía melhor condicionamento aeróbio que aquele estudado por Heck *et al.*

(1985), além de diferenças no procedimento de teste e método de avaliação, necessitando portanto, ser confirmado por outros estudos de validação externa. Esses resultados estão de acordo com a idéia de que a  $[La] = 4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  é elevada para aproximar a intensidade de MSSL entre corredores de provas de longa duração e pode ser um valor baixo para outros tipos de atletas (HECK *et al.*, 1985; STEGMANN e KINDERMANN, 1982).

Assim, os valores de CFL não devem ser vistos como dogmas (BUENO, 1990), mas como referência de MSSL (MADER, 1991), necessitando de confirmação e/ou melhor aproximação através de carga constante em campo (HECK *et al.*, 1985).

Aunola e Rusko (1992), obtiveram evidências de validade da utilização do LAn como aproximação do MSSL, ao compararem o LAn obtido num teste incremental em cicloergômetro ( $n = 17$ ) com o MSSL determinado a partir de testes de carga constante. O LAn e o MSSL não apresentaram diferenças significantes e os valores foram correlacionados ( $r = 0,83$ ). No entanto, a  $[La]$  no MSSL não demonstrou correlação com o LAn quando este foi determinado pela concentração fixa de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ . O estudo mostrou ainda, que de modo geral, 81% da variação na  $[La]$  no MSSL poderia ser explicada pela idade dos sujeitos, a porcentagem de fibras de contração lenta e níveis de  $[La]$  no repouso. Juntos, LAn e idade foram responsáveis aparentemente por 85% da variação no MSSL (Aunola e Rusko, 1992).

No estudo realizado em cicloergômetro (Beneke *et al.*, 2003), foi investigado o efeito das interrupções feitas durante os testes de carga constante de 30 minutos (TCC) sobre o lactato sanguíneo. Os autores comparam as respostas da  $[La]$  no MSSL, potência no MSSL (P-MSSL) e intensidade do MSSL relativa ao  $VO_{2\text{pico}}$  (MSSL%), em três situações: TCC sem pausa (TCC<sub>0</sub>), TCC com 30 segundos

(TCC<sub>30</sub>) e TCC com 90 segundos de pausa a cada 5 minutos (TCC<sub>90</sub>). Não houve diferença significativa na [La], mas houve na P-MSSL e na MSSL% entre TCC<sub>0</sub>, TCC<sub>30</sub> e TCC<sub>90</sub> (278w / 73,7%; 300w / 79,2%; 310w / 81,5%, respectivamente). Esses achados demonstraram que, testes realizados em laboratório ou em campo que requerem interrupções para coletar amostras de sangue, subestimam significativamente o nível de esforço fisiológico (BENEKE *et al.*, 2003).

Estudando a hipótese de que o MSSL e a intensidade do MSSL seriam dependentes da *performance*, Beneke, Hütler, Leithäuser (2000) não encontrou correlação significativa ( $p > 0,05$ ) entre pico de carga em teste incremental em cicloergômetro e a intensidade do MSSL ( $71,1 \pm 6,7\%$ ) ou [La] no MSSL ( $4,9 \pm 1,4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ), mas achou entre pico de carga de trabalho e carga absoluta de MSSL ( $r = 0,82$ ;  $p < 0,001$ ). No entanto, apesar dessa independência demonstrada, os sujeitos com as maiores *performances* máximas tiveram as maiores cargas de trabalho no MSSL. A combinação de várias aptidões e efeitos relacionados ou ambos, a produção e o desaparecimento de lactato durante o exercício, permitem explicar que, diferentes cargas de MSSL coincidem com níveis similares de MSSL e intensidades de MSSL (BENEKE, HÜTLER, LEITHÄUSER, 2000).

Discutindo os achados de Heck *et al.* (1989), a respeito do limiar de Conconi muitas vezes superestimar o MSSL, Hofmann *et al.* (1994) mencionaram que o ponto de partida das condições específicas usadas no estudo podem ter influenciado os resultados. Heck *et al.* (1989) teriam usado valores médios de nove diferentes determinações do PDFC pela técnica de inspeção visual (quatro protocolos e cinco investigadores distintos) e compararam com MSSL em testes de carga constante. É oportuno destacar ainda, que normalmente a determinação do MSSL necessita de três a cinco sessões, podendo requerer até duas semanas de testes. Assim,

diferenças encontradas entre valores de LAn e valores de MSSL podem ser explicadas em parte, pela variação normal na capacidade de desempenho fisiológico durante o período de testes (AUNOLA, 1991; BACHL, 1984 apud HOFMANN *et al.*, 1994) e de [La] (BACHL, 1984; PANSOLD e ZINNER, 1993 apud HOFMANN *et al.*, 1994), especialmente em sujeitos com menor aptidão física.

A falta de correlação (SUMSION, HANSEN, FRANCIS, 1989; TOKMAKIDIS e LÉGER, 1992), divergência das linhas de regressão (JACOB *et al.*, 1987) e pobre reprodutibilidade (JONES e DOUST, 1995; THORLAND, PODOLIN, MAZZEO, 1994) entre PDFC e diferentes limiares de lactato têm sido relatados em outros estudos. De acordo com Schmid *et al.* (1998), a validade desse método tem sido questionada e dúvidas têm sido levantadas sobre uma relação causal entre PDFC e LAn. No estudo realizado com cicloergômetro de braço (8 atletas paraplégicos – AP vs. 11 estudantes fisicamente ativos – EA), Schmid *et al.* (1998), compararam o PDFC e o limiar de lactato na CFL de 4 mmol·l<sup>-1</sup> (LL<sub>4</sub>) obtidos no teste incremental com o lactato durante exercício em *steady-state*. Os valores de carga encontrados no PDFC foram significativamente maiores que no LL<sub>4</sub> (diferença de 32,2 w) apenas para o grupo EA. Esta diferença entre os grupos mostrou que, levando-se em consideração a comparação da FC e a curva de lactato, uma relação causal direta entre LL<sub>4</sub> e PDFC não pode ser estabelecida (SCHMID *et al.*, 1998). Um aumento linear para intensidades de exercício moderado e passando para um ponto de deflexão em intensidades mais altas até máxima, pôde ser identificado em 100% do grupo AP vs. 72,7% do grupo EA, respectivamente. Uma relação não causal do PDFC e o limiar anaeróbio (LL<sub>4</sub>) foi achada, com a carga no PDFC tendendo para valores de limiar superestimados (SCHMID *et al.*, 1998).

Outra questão pertinente ao MSSL é a certeza que o nível de lactato sangüíneo em *steady-state* representa realmente o MSSL. Segundo Billat (1996), o tempo resistido no MSSL ainda não está bem relatado e especula-se estar em média próximo de uma hora. Essa estimativa de tempo foi confirmada por Billat *et al.* (2003b), em corredores amadores de longa distância ( $41 \pm 5$  anos) e, quanto à sensibilidade do MSSL aos efeitos do treinamento, o estudo demonstrou aumento superior a 50% no tempo para exaustão na intensidade do MSSL, enquanto a carga aumentou apenas 3,4% (dados não publicados).

#### **2.4 IDENTIFICAÇÃO DO PDFC PELA TÉCNICA DE INSPEÇÃO VISUAL (PDv)**

Segundo Conconi *et al.* (1982), a FC aumenta linearmente com a velocidade de corrida até um ponto de deflexão, a partir do qual, o aumento da FC é desproporcionalmente menor ao aumento da velocidade, fazendo com que a resposta da FC se torne curvilínea, com tendência a um platô próximo ao esforço máximo.

Apesar de prático e muito utilizado, o PDFC obtido originalmente pela técnica de inspeção visual (CONCONI *et al.*, 1982), é um dos mais controvertidos métodos alternativos para a identificação de LAn (BUNC *et al.*, 1996; COEN, URHAUSEN, KINDERNANN, 1996; CONCONI *et al.*, 1996; JEUKENDRUP *et al.*, 1997; HOFMANN *et al.*, 1996, 1997; GÖKBEL, KARA, BEDIZ, 1997; SCHMID *et al.*, 1998).

O aspecto intrigante do PDFC é a coincidência relatada com o LAn (WASSERMANN, WHIPP, KOYAL, 1973). A hipótese que esse PDFC sozinho pode ser usado para determinar o LAn, pelo menos em corredores, foi sugerido primeiro por Conconi *et al.* (1982). Os resultados da pesquisa demonstraram que a

velocidade de corrida no PDFC foi altamente relacionada com a velocidade no LAn ( $r = 0,99$ ;  $n = 10$ ). Conconi *et al.* (1982) desenvolveu um teste simples de campo para identificar o PDFC e, essa metodologia tem sido desde então ampliada incluindo outras atividades esportivas, tanto em campo como em ambientes de laboratório. Este tipo de teste tornou-se popularmente conhecido como “teste de Conconi”.

Segundo Bodner e Rhodes (2000), a validade do PDFC para determinar o LAn é duvidosa, apesar do alto grau de relação existente entre o PDFC e o segundo *turnpoint* (ponto de mudança) de lactato. O PDFC aparenta ser confiável quando é feita a identificação positiva, entretanto, nem todos os estudos relatam 100% de reprodutibilidade (BODNER e RHODES, 2000).

Algumas das metodologias utilizadas para identificar o PDFC são mais objetivas que outras. Embora o método convencional (técnica de inspeção visual) seja o mais viável, possivelmente não é o método mais preciso. Deflexões no desempenho da curva de FC podem não ser sempre evidentes (RIBEIRO *et al.*, 1985; FRANCIS *et al.*, 1989) e dificuldades associadas com o discernimento do ponto de deflexão visualmente podem causar uma avaliação imprecisa do PDFC (BODNER e RHODES, 2000). Ballarin *et al.* (1996) relataram correlações significantes ( $r > 0,94$ ) entre determinações feitas com auxílio de computador e método convencional por avaliadores experientes e, recomendaram que a inspeção visual do PDFC poderia ser realizada por avaliadores com experiência no método.

Em alguns estudos foi verificado que o PDFC pode não existir e, em alguns casos, pode ocorrer um comportamento inverso da FC em cargas maiores, no caso, uma inflexão superior (HECK *et al.*, 1989 apud HOFMANN *et al.*, 1994; POKAN *et al.*, 1993). Diferenças nas metodologias dos estudos têm sido apresentadas como

justificativas das divergências encontradas em diversos trabalhos (CONCONI *et al.*, 1996; JACOB *et al.*, 1987).

Conconi *et al.* (1996), analisaram a metodologia após doze anos de aplicação do teste de Conconi e apresentaram algumas diferenças entre o protocolo corrente e aquele publicado em 1982. Entre as divergências encontradas destacam-se: incrementos de velocidade bem progressivos e uniformes (similar a um protocolo de rampa), com estágios de tempo fixo e com pequenos incrementos de carga (incrementos na FC menores que 8 bpm), aspectos que melhoram a análise do PDFC.

Quando identificado, o PDFC está localizado entre 85 e 95% da FC<sub>máx</sub>, sendo os valores percentuais crescentes com o aumento do nível de aptidão dos atletas (LACOUR, PADILLA, DENIS, 1988; LAPORTE, 1997). Esta faixa de intensidade está mais próxima do segundo limiar de lactato (LL<sub>2</sub>). Ponto este, que Aunola e Rusko (1992), consideram ser representativo do MSSL.

Parece que o PDFC superestima o MSSL, com vários estudos mostrando a impossibilidade de manter as variáveis metabólicas constantes quando da realização de carga retangular nesta intensidade. Com o aumento da aptidão aeróbia parece que existe uma maior aproximação entre o PDFC e o LL<sub>2</sub>, diminuindo a diferença entre eles (LACOUR, PADILLA, DENIS, 1988).

Existem algumas tentativas de fundamentação teórica para a existência ou não existência do PDFC. A partir de estudos de ecocardiografia, foi demonstrado que os atletas que apresentam um PDFC durante um teste incremental são aqueles que têm maior espessura de parede do miocárdio, especulando-se que a ocorrência do PDFC é causada por uma melhor eficiência da função cardíaca durante exercício

de alta intensidade, em atletas com maiores espessuras das paredes do coração (LUCÍA *et al.*, 1996).

Apesar de algumas limitações e dúvidas sobre seu significado fisiológico, o PDFC identificado em condições de campo é uma das metodologias mais utilizadas em Medicina e Ciências do Esporte (LUCÍA, HOYOS, CHICHARRO, 2001) e uma alternativa atraente, pelo baixo custo e potencial de avaliação específica (DENADAI, 1995).

Na literatura consultada para o presente estudo, foram encontrados poucos estudos realizados com identificação do PDv em testes incrementais de corridas em sistema de “ida-e-volta” (sem pausas intermediárias) aplicados em campo (LIMA, UGRINOWITSCH, KISS, 1996; BARROS *et al.*, 1996; JÜRIMÄE, MATLEP, TAMMIK, 1997), sendo que todos os estudos relataram identificação positiva do PDv em 100% dos avaliados. Achados corroborado por Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005a), empregando um teste similar – TCAR (com pausas de 6 segundos intermediárias entre as corridas de “ida-e-volta”).

## **2.5 IDENTIFICAÇÃO DO PDFC PELO MÉTODO MATEMÁTICO (D<sub>máx</sub>)**

Cheng *et al.* (1992), sugeriram um novo modelo para determinar os limiares ventilatório e de lactato, a partir de um método com ajuste matemático para este fim – denominado D<sub>máx</sub>. Uma grande vantagem desse método é que um ponto de limiar pode ser sempre detectado (CHENG *et al.*, 1992). Em função dessa premissa, Kara *et al.* (1996) resolveram aplicar essa mesma metodologia para identificar o limiar de FC (PDFC), comparando os resultados obtidos pela técnica de inspeção visual originalmente proposto por Conconi *et al.* (1982), com o método D<sub>máx</sub>. Nesse



estudo, realizado em cicloergômetro num teste incremental com incrementos de carga a cada minuto, o PDFC pelo método D<sub>máx</sub> foi determinado a partir de gráficos individuais, plotando-se os dados originais de FC monitorados continuamente e registrados em intervalos de 5 seg (eixo y) ao longo do tempo de teste (eixo x), respectivamente. Utilizando-se como critério de inclusão apenas os valores de FC  $\geq$  140 bpm, os pontos foram ajustados por uma função polinomial de terceira ordem e, posteriormente, empregou-se um ajuste linear, utilizando-se os dois extremos da curva, derivando-se com uma reta. O D<sub>máx</sub> foi definido como o ponto mais distante entre as duas linhas (KARA *et al.*, 1996). Apesar das correlações altas e significantes encontradas em ambos os métodos, o PDFC não pode ser identificado em nove sujeitos (28%) pela técnica de inspeção visual. De acordo com os autores, a utilização do método D<sub>máx</sub>, além de diminuir a subjetividade implícita na determinação visual do PDFC, possibilita a identificação do fenômeno em 100% dos casos (KARA *et al.*, 1996).

Com o objetivo de verificar se a modificação da metodologia original de identificação do D<sub>máx</sub>, interfere nos valores de velocidade (VD<sub>máx</sub>) e FC (FCD<sub>máx</sub>) correspondentes, Piasecki *et al.* (2005b) compararam essas variáveis em teste incremental contínuo de pista (n = 42 corredores de meio-fundo e fundo; teste de LÉGER-BOUCHER, 1980) utilizando: 1) todos os pontos da curva de FC (FC final de cada estágio, mínimo de sete pontos) e 2) somente os valores acima de 140 (FC > 140 bpm). Na primeira situação (todos os pontos da curva), o D<sub>máx</sub> tradicional foi detectado em 76,2% dos atletas (n = 32), no restante (n = 10), foram encontradas curvas côncavas (CC), ou seja, pontos de inflexão ao invés de deflexão. Com pontos de FC > 140 bpm, o D<sub>máx</sub> foi encontrado em 92,9% dos corredores (n = 39) e apenas três CC. Quando identificados, não houve diferenças significantes entre os métodos.

Assim, a utilização dos valores de FC em baixas intensidades parece não influenciar na identificação do  $D_{m\acute{a}x}$  (PIASECKI *et al.*, 2005b).

Utilizando a mesma metodologia de Piasecki *et al.* (2005b), porém com corredoras de meio-fundo e fundo ( $n = 24$ ), Cambri *et al.*, (2005) identificaram o  $D_{m\acute{a}x}$  tradicional em 95,8% das atletas ( $n = 23$ ) e, em apenas uma atleta a CC (ponto de inflexão). Não foram encontradas diferenças significantes entre os métodos ( $r = 0,92$  e  $r = 0,89$  para  $FCD_{m\acute{a}x}$  e  $VD_{m\acute{a}x}$ , respectivamente). Esses resultados corroboraram o estudo anterior de Piasecki *et al.* (2005a) e mostraram evidências de consistência dos respectivos achados.

Diante de vários métodos utilizados para identificação dos limiares de lactato (LL) e uma lacuna de estudos com análises comparativas destes métodos em teste incremental intermitente (TI), Piasecki *et al.* (2005a) compararam o LL identificado em três metodologias distintas, obtidas em TI em campo (modificado de CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004). A versão modificada foi constituída de multi-estágios de 180 seg (10 vezes 12 seg de corrida em “ida-e-volta”, intercalados por pausas de 6 seg caminhando), iniciando com distância de 15m ( $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e aumentando 2 m a cada estágio ( $1,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), com pausas de 45 seg entre os estágios para coleta de sangue e verificação da FC. Métodos: 1)  $D_{m\acute{a}x}$  (KARA *et al.*, 1996 / CHENG *et al.*, 1992); 2) menor equivalente de  $[La]$  / velocidade, acrescido de  $1,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (BERG *et al.*, 1990); 3)  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (MADER *et al.*, 1976). Para velocidade, o LL de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  foi significativamente superior aos demais, não sendo encontradas diferenças significativas nos valores de FC. Corroborando resultados anteriormente descritos para outros tipos de testes, a  $[La]$  fixa de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  aparenta ser uma superestimativa de LL identificado em TI em campo.

No entanto, a FC nos LL parece ser menos influenciada por modificações nas metodologias de determinação do fenômeno (PIASECKI *et al.*, 2005b).

Recentemente, Finardi *et al.* (2006) compararam os valores de intensidade referente ao D<sub>máx</sub> obtidos através das [La] e FC no mesmo teste em pista. Não foram encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre os valores de velocidade ( $r = 0,78$ ), FC ( $r = 0,97$ ), bem como, na concentração de lactato ( $r = 0,69$ ) no D<sub>máx</sub> identificado pela FC e [La], com todas as correlações significantes ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Portanto, os autores obtiveram evidências de validade da utilização da FC em corredores de alto nível, como aproximação de limiares de transição fisiológica, identificado a partir do método D<sub>máx</sub> em testes de distâncias fixas em pista (FINARDI *et al.*, 2006).

## 2.6 MODELOS DE PREDIÇÃO DE LIMIARES ANAERÓBIOS E MSSL

A medida de [La] é uma metodologia custosa e que requer pessoal especializado para ser feita. Além disso, a coleta de sangue é uma abordagem invasiva e, em geral, desconfortável. Para atenuar estes problemas, diversos autores propuseram alternativas para a predição de variáveis relacionadas ao LAn e MSSL.

As atividades de treino com atletas têm como objetivo as adaptações específicas ao esporte (KIPKE, 1991), sendo que atualmente, recomenda-se a utilização de testes de campo para o estabelecimento de intensidades norteadoras do treinamento e discriminação dos efeitos do mesmo (DAL MONTE, 1989; HECK *et al.* 1985, KISS *et al.*, 1995). Sendo assim, deve-se incluir a utilização de métodos de aproximação do MSSL em testes mais específicos.

Olbrecht *et al.* (1985) propuseram uma equação de predição de  $V_4$  em natação, utilizando 59 nadadores alemães de nível nacional, a partir da velocidade média em natação máxima de 30 min ( $V_{30}$ ) ( $r = 0,97$ ). Confrontando estes resultados, Weiss, Bows, Weicker (1988), utilizando metodologia distinta, demonstraram que  $V_4$  é encontrada em intensidade maior que  $V_{30}$ .

Fernandes e Villas-Boas (2000) estudando nadadores juvenis, de nível regional e nacional português, encontraram que, apesar de serem associadas ( $r = 0,86$ ),  $V_4$  é significativamente superior a  $V_{30}$  em homens e mulheres. Assim, restam dúvidas sobre a validade deste método, restando à necessidade de determinar se  $V_4$  corresponde a VRMSSL em natação.

Snyder, Foster, Woulfe (1989) estudando 20 atletas, demonstraram a possibilidade de predição do MSSL através da identificação da intensidade correspondente ao ponto 5 na escala de 10 pontos (CR10) de Borg (1982) e o valor de carga de 87% da  $FC_{máx}$ , não apresentando, porém, qual a metodologia empregada, grau de associação entre as variáveis e grupo de validação cruzada.

De-Oliveira *et al.* (1994b) não encontraram diferenças significantes entre  $V_{170}$  e  $V_{3,5}$  interpolada e  $V_{3,5}$  predita a partir de  $V_{170}$ , no entanto, apresentaram um baixo valor de correlação ( $r = 0,57$ ) entre os valores interpolados e preditos de  $V_{3,5}$  a partir de  $V_{170}$ . Uma crítica pertinente a este estudo, está na diferença na inclinação na esteira com relação à proposta de De-Oliveira *et al.* (1994b), fato que pode ter influenciado nos resultados encontrados. O mesmo grupo apresentou modelos preditivos de  $V_{3,5}$  utilizando  $V_{170}$  em esteira ergométrica em não atletas ( $r = 0,80$ ) (CARVALHO, KISS, DE-OLIVEIRA, 1994) e através do pico de velocidade em esteira ergométrica ( $r = 0,92$ , EPE =  $1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ou 7%) realizado por De-Oliveira *et al.* (1994c).

Cavinato, Lima, De-Oliveira (2000), avaliando jovens jogadores de futebol, de nível nacional, encontraram  $[La]$  de  $2,5 \pm 0,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ , um minuto após uma corrida em esforço máximo constante de 20 minutos, sendo este valor similar ao sugerido por Willians e Armstrong (1991) como referência fixa de  $[La]$  no LAn ( $2,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) para crianças e adolescentes, sugerindo que a velocidade média neste esforço pode ser uma alternativa para a aproximação de  $LL_2$  nestes indivíduos.

Snyder, *et al.* (1994) estudando ciclistas e corredores em bicicleta e corrida, respectivamente, verificaram a possibilidade de prever faixas de MSSL a partir da determinação de valores de  $\%FC_{\text{máx}}$ . Uma deficiência deste método é que ele não oferece referências sobre velocidades apropriadas de treinamento, as quais são utilizadas comumente por treinadores e atletas (FOSTER *et al.*, 1995).

Investigando patinadores, Foster *et al.* (1995) utilizaram  $[La]$  entre 4,0 e 6,5 como zona de referência de estado de equilíbrio de lactato e verificaram o poder preditivo do  $\%V_{\text{máx}}$  (78 - 88%) e  $\%FC_{\text{máx}}$  (84 - 92%) correspondentes a esta faixa. Os autores verificaram, em simulações de treinamentos, que o modelo baseado no  $\%V_{\text{máx}}$  prediz corretamente 81% das ocorrências no comportamento das  $[La]$  (com ou sem *steady-state*), enquanto o modelo de  $\%FC_{\text{máx}}$  prediz corretamente 68% dos casos.

Utilizando raciocínio similar, Swensen *et al.* (1999) apresentaram modelo de predição do MSSL a partir de 90% da velocidade média de um teste de 5 km ( $90\%V_5$ ) em ciclismo com simulador de vento, sugerindo que a média da FC atingida nos últimos 20 min de um esforço de 30 min com intensidade de  $90\%V_5$ , corresponde a FC do MSSL.

Em relação a um modelo de predição para esportes intermitentes, Wonisch *et al.* (2003), obtiveram evidências de validade de uma alternativa não-invasiva de

aproximação do MSSL na modalidade de badminton em teste retangular de 20 min em carga constante (TCC), a partir da velocidade correspondente a 90% da FC<sub>máx</sub> obtida em teste incremental específico de campo (TI). Os resultados demonstraram uma correlação significativa na FC ( $r = 0,78$ ;  $p < 0,001$ ) entre os testes TI e TCC. Todos os sujeitos ( $n = 16$ ) apresentaram valores de FC (88,9% da FC<sub>máx</sub>), bem como de [La] ( $3,1 \pm 1,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) compatíveis com estado de equilíbrio de lactato durante os últimos 15 min do TCC. Porém, esses métodos baseados em %FC<sub>máx</sub> e %V<sub>máx</sub> necessitam de obtenção de evidências de validade cruzada em grupos externos aos estudados e, principalmente estudos de confirmação do MSSL.

Percebendo a grande especificidade inerente aos esportes coletivos em jogos e treinamentos e, buscando suprir uma deficiência de estudos envolvendo avaliação de variáveis aeróbias em campo, Ribeiro *et al.* (2004) propuseram um modelo de predição derivado do TCAR ( $V_{4_{\text{pred}}}$ ), utilizando variáveis de fácil obtenção (PV em  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  e idade em anos), conforme a equação descrita na metodologia (ver página 38). A análise conjunta do coeficiente de correlação múltipla ( $r = 0,65$ ) e do erro padrão de estimativa ( $0,76 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ou 5,4%), sugerem a validade da equação para determinar de  $V_{4_{\text{pred}}}$  como aproximação da VMSSL em atletas de esportes coletivos. No entanto, como qualquer outro modelo de predição de LAn, a  $V_{4_{\text{pred}}}$  deve ser submetida a uma comparação com a VMSSL obtida a partir de testes de carga constante.

### **3.0 METODOLOGIA**

#### **3.1 TIPO DE PESQUISA**

A pesquisa foi do tipo descritiva correlacional, pois examinou as relações entre as variáveis referentes aos limiares anaeróbios derivados do TCAR e o máximo *steady-state* de lactato em cargas constantes (THOMAS e NELSON, 2002).

Os procedimentos adotados no estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade do Estado de Santa Catarina para pesquisas envolvendo seres humanos (protocolo nº. 146/2005). Todas as avaliações do estudo foram realizadas nas dependências do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC.

#### **3.2 SUJEITOS AVALIADOS**

Oito jogadores de uma equipe de futsal do sexo masculino (nível regional), com idades entre 18 e 30 anos, aparentemente saudáveis e que aceitaram participar do estudo.

A amostragem do estudo foi do tipo não probabilística intencional, onde cada participante foi informado sobre os possíveis riscos envolvidos com o estudo e logo após, todos assinaram um termo de consentimento, concordando em participar voluntariamente da pesquisa.

### 3.3 COLETA DOS DADOS

Após a definição dos atletas que fariam parte do estudo, os mesmos receberam orientações sobre vestuário necessário, datas e horários das avaliações. Nos dias de avaliação, foi solicitado aos atletas que se apresentassem em estado nutricional adequado, com período pós-prandial entre 2,5 e 4,0 horas. Foi recomendado também, que não se submetessem a cargas intensas de treino ou competição que promovessem acentuado *stress* físico e/ou emocional, nas vinte e quatro horas pré-testes, para evitar comprometimento dos resultados.

Por tratar-se de avaliações de campo, os testes foram realizados em condições ambientais normais, com registros de temperatura média de  $27,0 \pm 3,2$  °C (22 – 30°) e umidade relativa do ar média de  $53,5 \pm 10\%$  (37 – 66%). Os testes foram realizados em ginásio coberto, em quadra esportiva com superfície de madeira e todos no mesmo período do dia e no mesmo ginásio.

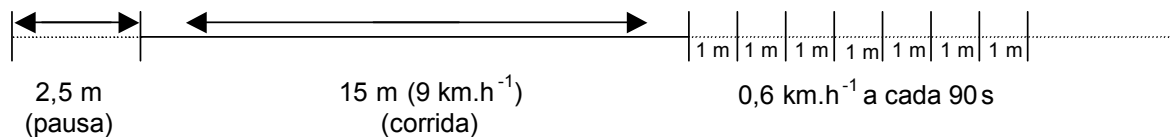
### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA E PROTOCOLOS DOS TESTES

Para a realização do estudo foram realizadas no mínimo três sessões de avaliação (três atletas) e quatro no máximo (outros cinco atletas), intercaladas por um período mínimo de 48 e no máximo 96 horas. Na primeira sessão, foram realizadas as medidas antropométricas e logo após o teste de campo – TCAR. A seguir serão apresentados os procedimentos e protocolos dos testes em forma de tópicos:



### 3.4.1 Caracterização e descrição do protocolo incremental:

O TCAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi-estágios de 90 segundos de duração em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada ( $\pm 5$  metros). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com velocidade de  $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (distância inicial de 15 m) com incrementos de  $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m a partir da distância inicial, conforme pode ser visualizado no esquema ilustrativo apresentado na figura 1.



**Figura 1** - Visualização do esquema do teste intermitente TCAR

### 3.4.2 Procedimentos adotados na aplicação do teste incremental:

Como o TCAR é um teste máximo, a avaliação foi realizada com todos os atletas simultaneamente (bateria única), buscando maior motivação para o teste (apelo volitivo). Durante o teste, cada atleta utilizou um cardio-frequencímetro e teve o acompanhamento de um avaliador e foi orientado a respeitar rigorosamente a padronização e o ritmo ditado pelo protocolo até atingir a exaustão voluntária.

O teste foi considerado máximo sempre que o sujeito atingiu pelo menos 90% da FC<sub>máx</sub> predita ( $FC_{máx_{pred}} = 220 - idade$ ). Ao final de cada estágio do teste os avaliadores registraram (durante as pausas de 6 segundos), a FC e a percepção subjetiva de esforço, bem como, a FC no ato da interrupção do teste, considerando-se como FC<sub>máx</sub>, o maior valor de FC registrado no teste. A maior velocidade atingida foi chamada de pico de velocidade (PV). Nos casos em que o atleta interrompeu o teste antes de finalizar o estágio, o PV foi corrigido a partir da seguinte equação:

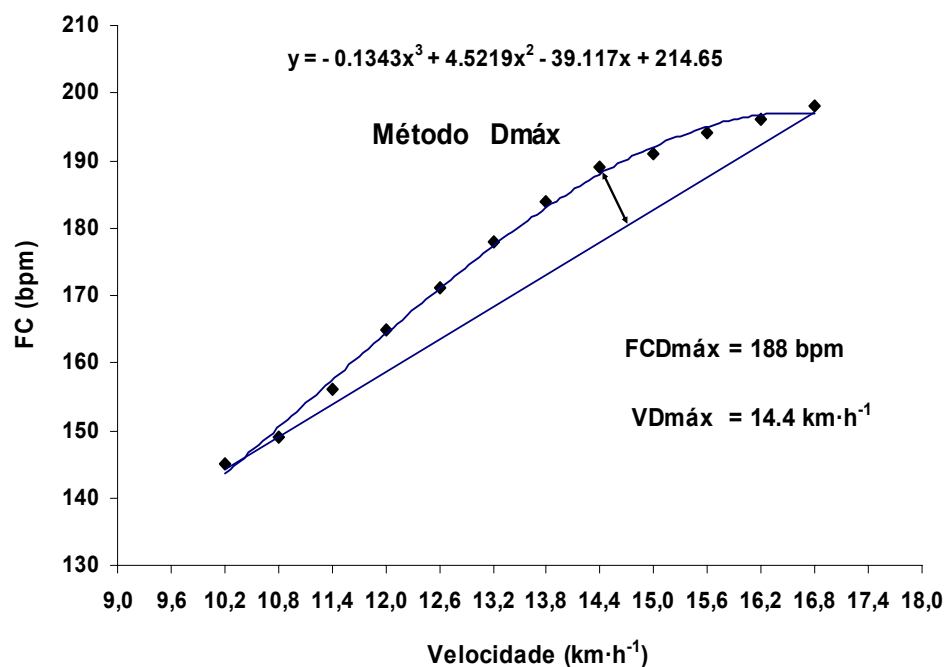
$$PV_{cor} (km \cdot h^{-1}) = v + [(nv / 10) \cdot 0,6]$$

onde: “v” é a velocidade do último estágio completo em  $km \cdot h^{-1}$ , o “nv” é o número de voltas percorridas no estágio incompleto, “10” é o número total de voltas de um estágio, excluindo-se as 4 voltas anunciadas na locução do protocolo durante as pausas de 6 segundos de cada estágio e “0,6” é o incremento da velocidade (adaptado de KUIPERS *et al.*, 1985).

### 3.4.3 Determinação do D<sub>máx</sub> a partir do TCAR:

O LAn determinado através do método D<sub>máx</sub> (FCD<sub>máx</sub> e VD<sub>máx</sub>), foi identificado a partir de gráficos individuais plotando-se a resposta da FC (eixo y) obtida no final de cada velocidade do protocolo TCAR (eixo x), respectivamente. Utilizou-se como critério de inclusão apenas os estágios do protocolo com resposta de  $FC \geq 140$  bpm. Os pontos foram ajustados por uma função polinomial de terceira ordem e, posteriormente, foi empregado um ajuste linear, utilizando-se os dois extremos da curva, derivando-se com uma reta. O D<sub>máx</sub> foi definido como o ponto mais distante entre as duas linhas (KARA *et al.*, 1996), como pode ser visualizado no exemplo da figura 2. Porém, com uma modificação em relação estudo original, que

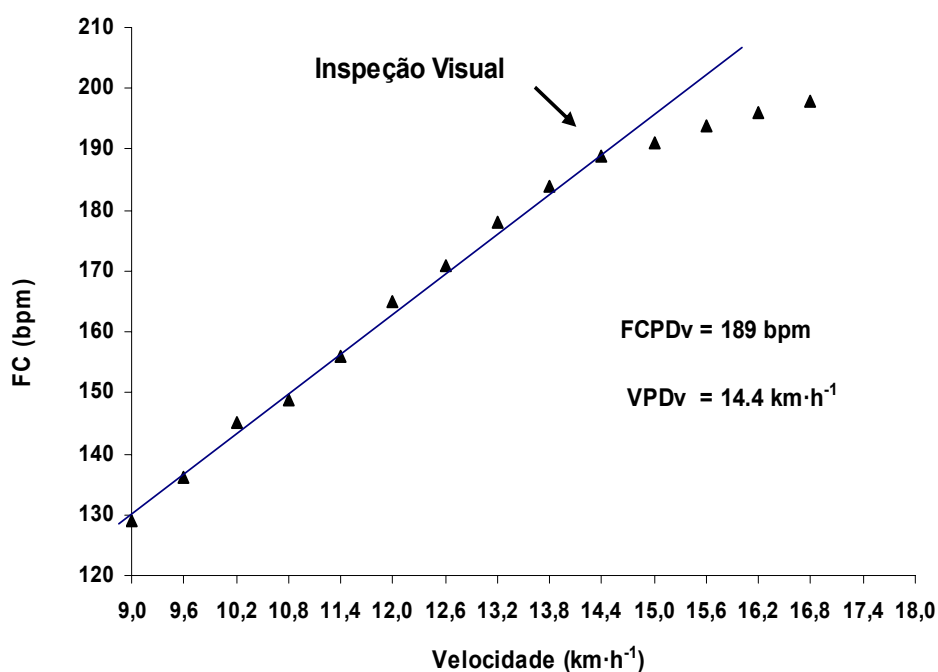
utilizou para o ajuste da curva, todas as FC memorizadas em intervalos de cinco segundos durante o teste incremental. A justificativa para tal mudança deve-se, principalmente, a dois motivos: 1) O protocolo do estudo original é do tipo contínuo em cicloergômetro, enquanto que o TCAR é do tipo intermitente com densidade 2:1, ou seja, 12 segundos de esforço intercalados por 6 segundos de pausa; 2) Conforme o critério adotado para o presente estudo é possível obter o registro da FC durante o teste (última pausa de 6s de cada estágio após a volta quatorze do protocolo) mesmo com monitores de FC mais simples que apenas fornecem a FC instantânea (sem capacidade de memorizá-la), viabilizando a reprodução do teste mesmo em situações de pouca estrutura financeira, garantindo maior aplicabilidade dos resultados.



**Figura 2** – Exemplo ilustrativo da identificação do PDFC pelo método Dmáx .

### 3.4.4 Determinação do PDv a partir do TCAR:

Quanto ao LAn determinado através da técnica de inspeção visual (FCPDv e VPDv), também foi identificado a partir de gráficos individuais plotando-se a resposta da FC (eixo y) obtida no final de cada velocidade do protocolo TCAR (eixo x), respectivamente. A transição de um aumento linear (ou quase linear) da FC em cargas intermediárias para um incremento não linear em cargas mais altas, foi definida como a intensidade do ponto de deflexão da FC (CONCONI *et al.*, 1982; SCHMID *et al.*, 1998), conforme o exemplo ilustrativo da figura 3.



**Figura 3** – Exemplo ilustrativo da identificação do PDFC pela técnica de inspeção visual.

Para reduzir a subjetividade implícita neste método, a respectiva intensidade foi identificada por três avaliadores com experiência e como valores de PDv e VPDv, adotou-se a "moda".

### 3.4.5 Determinação do $D_{\text{máx}_{\text{pred}}}$ a partir do TCAR:

De acordo com os achados do estudo de Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005b), o  $D_{\text{máx}_{\text{pred}}}$  pode ser predito através de percentuais fixos de 80,4% do  $PV_{\text{cor}}$  e 91,4% da  $FC_{\text{máx}}$  obtidos no TCAR, respectivamente, como aproximação inicial do fenômeno, percentuais estes, que foram adotados neste estudo para determinar a  $VD_{\text{máx}_{\text{pred}}}$  e  $FCD_{\text{máx}_{\text{pred}}}$ .

### 3.4.6 Determinação da $V_4$ predita ( $V_{4_{\text{pred}}}$ ) a partir do TCAR:

No modelo de predição proposto por Ribeiro *et al.* (2004), a velocidade interpolada na  $[La]$  fixa de  $4 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  ( $V_{4_{\text{pred}}}$ ) foi determinada através da seguinte equação:  $V_{4_{\text{pred}}} (\text{km}\cdot\text{h}^{-1}) = 9,226 - (0,109 \cdot \text{idade}) + (0,412 \cdot PV)$

Onde: idade é expressa em anos completos e PV é o pico de velocidade corrigido em  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  (adaptado de KUIPERS *et al.*, 1985).

### 3.4.7 Descrição do teste de carga constante (TCC) e critério utilizado para determinação do MSSL ( $VM_{\text{MSSL}}$ e $FC_{\text{MSSL}}$ ):

Para obtenção da velocidade de MSSL ( $VM_{\text{MSSL}}$ ) foram realizados vários TCC (mesmo sistema intermitente aplicado no TCAR), constituídos de sessões de corrida em velocidade constante com duração de 32 minutos, divididos em 4 séries de 8 minutos com intervalo passivo de 1 minuto para coletar  $25 \mu\text{L}$  de sangue (lóbulo da orelha) e aferir a FC. O MSSL foi definido como sendo a maior velocidade onde ocorreu estado de equilíbrio de lactato (aumento não superior a  $1,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  entre o 8º e 32º minuto). Esse limite de  $1,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  é o resultado de 24 minutos

multiplicados por  $0,05 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  por minuto tolerado como variação (critério que configura estado de equilíbrio de lactato). Esse critério está de acordo com vários estudos de confirmação de MSSL revisados por Beneke (2003b), como metodologia mais próxima de um consenso entre os pesquisadores para determinação do MSSL em carga constante. Concomitantemente com a determinação da VMSSL foi definida a FCMSSL, calculada a partir média das FC finais de cada uma das 4 séries de 8 minutos.

#### 3.4.8 Procedimentos adotados na aplicação dos TCC e critérios para determinação das velocidades a serem testadas:

A primeira sessão de TCC foi realizada em velocidade constante correspondente  $V_{\text{an}}$  determinado pelo método  $D_{\text{máx}}$  (100% da  $V_{D_{\text{máx}}}$ ). A opção de utilizar o método matemático como referência foi devido ao fato, que em estudos anteriores, o  $D_{\text{máx}}$  foi identificado em 100% dos sujeitos avaliados, além de demonstrar menor subjetividade que o método de identificação do PDFC pela técnica de inspeção visual (KARA *et al.*, 1996; CARMINATTTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005a). Todas as sessões de carga constante foram precedidas por um aquecimento padronizado, constituído de cinco minutos de exercícios de alongamento muscular geral, seguidos de cinco minutos de corrida intermitente (sistema do TCAR) com intensidade aproximada para 60% do pico de velocidade de cada atleta. Imediatamente após o aquecimento de cinco minutos foi coletado uma amostra de  $25 \mu\text{L}$  de sangue e mensurada a FC, iniciando-se a primeira série de 8 minutos após uma pausa fixa de 2 minutos.

A segunda sessão de teste retangular foi realizada com velocidade correspondente a  $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  maior que a  $V_{D_{\text{máx}}}$  (4 a 6% em média), pois todos os

atletas ainda apresentaram um estado de equilíbrio na [La] de acordo com o critério, ou seja, diferença menor ou igual a  $1,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  entre 8º e 32º minuto.

Foi necessária uma terceira sessão de TCC para cinco atletas que ainda não tinham apresentado um estado de desequilíbrio na [La] de acordo com o critério, ou seja, ainda não haviam confirmado o MSSL.

### 3.5 INSTRUMENTAL

Na avaliação antropométrica foram usados os seguintes equipamentos e protocolos: medida de massa corporal através de uma balança digital marca Toledo®; estatura através de um estadiômetro profissional marca Sanny®; para mensurar as dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supra-ílica e abdominal) foi utilizado um adipômetro científico da marca Sanny® e para calcular a estimativa de gordura percentual foi utilizada a equação de Lohman (1981).

Para realizar o TCAR, além de fichas para controle do teste, utilizou-se uma caixa de som amplificada, um *notebook* com o programa chamado *BIP-FitnessTest* v1.0, com precisão de 0,001 segundos (JARDIM e CARMINATTI, 2003 – não registrado), capaz de gerar o áudio do protocolo do TCAR (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004), fita métrica de 50 metros, cones de “PVC” e duas cordas brancas com 10 metros de comprimento (demarcar linhas de referência das distâncias de cada estágio) e a escala de percepção de esforço CR10 (BORG, 1982). A FC foi registrada através de cardio-frequencímetros da marca Polar Electro® - modelo S610, armazenadas em intervalos de 5 segundos, permitindo dirimir dúvidas de FC anotadas pelos avaliadores durante o teste.

Para os testes retangulares (carga constante), foram utilizados outros itens e instrumentos complementares, os quais são descritos a seguir. Antes de iniciar cada teste retangular, uma pomada vasodilatadora a base de nicotinato de butoxietileno e nonivamida (Finalgon®) foi aplicada no lóbulo da orelha do atleta, para coletas posteriores de 25 µl de sangue arterializado. As medidas de [La] foram obtidas pelo método eletroquímico em um aparelho YSI 1500 Sport® (analisador automático - Yellow Springs, OH). Registrou-se a temperatura e umidade relativa do ar durante os testes com um termômetro/higrômetro digital da marca Vacumed®.

### 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O teste de normalidade de Shapiro Wilk foi aplicado para verificar a distribuição dos dados e uma vez que os dados apresentaram distribuição normal, foi utilizada a estatística paramétrica. Foi realizada a estatística descritiva dos dados através da média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo e intervalo de confiança (95%). Para realizar a comparação entre os diversos LAn derivados do TCAR (PDv, Dmáx, Dmáx<sub>pred</sub> e V4<sub>pred</sub>) e o critério (MSSL), foi utilizada a análise de variância ANOVA *one-way*, seguida de teste *post-hoc* de Tukey quando foram encontradas diferenças. A comparação das variáveis obtidas durante o teste de carga constante (FC e concentração de lactato) nos diferentes momentos (após 5 minutos de aquecimento e após cada uma das 4 séries de 8 minutos), foi através do teste “t” de *Student* para amostras emparelhadas. Para verificar o grau de associação entre as variáveis, utilizou-se a correlação produto momento de Pearson. Em todos os testes, foi adotado o nível de significância de 5% (programa SPSS® v.13.0).



#### 4.0 RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as variáveis relacionadas à caracterização da amostragem do estudo.

**Tabela 1** – Estatística descritiva (média  $\pm$  dp, valor mínimo e máximo) das variáveis de caracterização dos sujeitos avaliados:

Variáveis	Média $\pm$ dp	Mínimo	Máximo
Idade (anos)	21,3 $\pm$ 3,1	18	27
Estatura (cm)	177,4 $\pm$ 7,7	164,3	185,7
Massa Corporal (kg)	79,4 $\pm$ 21,2	55,3	126,2
Gordura (%)	13,2 $\pm$ 5,7	7,6	25,3
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	25,0 $\pm$ 5,0	19,8	36,6

Analisando os dados antropométricos da amostra, constata-se que é um grupo de atletas aparentemente heterogêneo, no entanto, a grande variação observada na massa corporal, percentual de gordura e índice de massa corporal (IMC), foi influenciada diretamente por um atleta (goleiro da equipe), que apresentou valores bem superiores aos demais.

Na tabela 2 são apresentadas as variáveis derivadas do esforço máximo obtidas no teste incremental de corrida intermitente (TCAR).

**Tabela 2** – Estatística descritiva dos valores de pico de velocidade corrigido (PVcor), FCmáx absoluta (FCmáx) e percentual da FCmáx<sub>pred</sub> (% FCmáx<sub>pred</sub>) obtidos no (TCAR):

Variáveis	Média ± dp	Mínimo	Máximo
PVcor (km·h <sup>-1</sup> )	15,4 ± 1,5	12,6	17,6
FCmáx (bpm)	200 ± 8	186	211
% FCmáx <sub>pred</sub>	100,6 ± 4,2	92,5	105,5

A média da FCmáx obtida no TCAR, tanto na forma absoluta quanto na forma % FCmáx<sub>pred</sub> (FCmáx<sub>pred</sub> = 220 - idade), sugerem que todos os testes foram máximos e exigiram alto grau de esforço cardiovascular dos atletas, corroborados pelos valores de esforço percebido (CR10 de BORG) no final do teste, uma vez que todos os atletas manifestaram o valor máximo da escala (valor 10). Como era já esperado, seja pelas características antropométricas diferenciadas, bem como pela posição/função ocupada no jogo, o valor mínimo encontrado de PVcor (12,6 km·h<sup>-1</sup>) foi do goleiro.

Nas tabelas 3 e 4 são apresentados os valores absolutos de velocidade dos LAn derivados do TCAR, VMSSL e as correlações encontradas entre os mesmos, respectivamente.

**Tabela 3** – Estatística descritiva e comparação dos valores absolutos de velocidade ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) dos diversos LAn e da VMSSL:

Variáveis	Média $\pm$ dp	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	Superior
VMSSL	12,5 $\pm$ 1,6	11,2	13,8
VDmáx	12,2 $\pm$ 1,4	11,0	13,3
VPDv	13,0 $\pm$ 1,5	11,7	14,2
VDmáx <sub>pred</sub>	12,4 $\pm$ 1,2	11,4	13,4
V4 <sub>pred</sub>	13,3 $\pm$ 0,8	12,6	13,9

De acordo com os resultados apresentados na tabela 3, constata-se que todas as médias se mostraram similares, não sendo encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre as velocidades dos diversos LAn derivados do TCAR em relação ao critério (VMSSL). Para obtenção de uma consulta mais detalhada desses dados (ver anexo 1), onde consta a tabela dos dados individuais de velocidade dos LAn e do MSSL.

**Tabela 4** – Valores das correlações ( $r$ ) encontradas entre as velocidades absolutas ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) dos diversos LAn e a VMSSL:

Variáveis	VDmáx	VPDv	VDmáx <sub>pred</sub>	V4 <sub>pred</sub>	VMSSL
VDmáx	—				
VPDv	0,83 *	—			
Dmáx <sub>pred</sub>	0,91 *	0,87 *	—		
V4 <sub>pred</sub>	0,72 *	0,80 *	0,90 *	—	
VMSSL	0,98 *	0,85 *	0,90 *	0,70	—

\* ( $p < 0,05$ )

Com exceção de  $V4_{pred}$  ( $r = 70$ ), todas as outras correlações foram altas e significantes, destacando-se a  $VDmáx$  ( $r = 0,98$ ). No entanto, se for levado em consideração a facilidade implícita na determinação da  $VDmáx_{pred}$  (apenas aplicação de um cálculo simples – 80,4% do  $PVcor$  obtido no TCAR), a correlação encontrada de ( $r = 0,90$ ) em relação a VMSSL, também é merecedora de destaque.

Na tabela 5 são apresentados os valores percentuais relativos de velocidades dos LAn derivados do TCAR, VMSSL e o resultado da comparação, respectivamente.

**Tabela 5** – Estatística descritiva e comparação dos valores percentuais relativos (% $PVcor$  – TCAR) de velocidade dos diversos LAn e VMSSL:

Variáveis	Média $\pm$ dp	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	superior
VMSSL	81,1 $\pm$ 4,2	77,6	84,6
$VDmáx$	78,8 $\pm$ 3,5	75,8	81,7
VPDv	84,2 $\pm$ 4,9	80,0	88,3
$VDmáx_{pred}$	80,4 $\pm$ 0,0	80,4	80,4
$V4_{pred}$	86,3 $\pm$ 4,6 <sup>a,b</sup>	82,5	90,2

<sup>a,b</sup> ( $p < 0,05$ )    <sup>a</sup> ( $VDmáx \neq V4_{pred}$ )    <sup>b</sup> ( $VDmáx_{pred} \neq V4_{pred}$ )

A análise das médias apresentadas na tabela 5, demonstra que não houve diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre as velocidades dos diversos LAn derivados do TCAR e o critério (VMSSL), corroborando os achados para os valores absolutos de velocidade (ver tabela 3). Embora não conste como objetivo do presente estudo discutir a comparação dos diversos LAn entre si, pode observar-se que houve diferenças entre  $V4_{pred}$  vs.  $VDmáx$  e  $VDmáx_{pred}$ .

Nas tabelas 6 e 7 são apresentados os valores absolutos de FC dos LAn derivados do TCAR, FCMSSL, a comparação e correlações encontradas entre os mesmos.

**Tabela 6** – Estatística descritiva e comparação dos valores absolutos de FC (bpm) dos diversos LAn e FCMSSL:

Variáveis	Média ± dp	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	Superior
FCMSSL	182 ± 4	178	186
FCDmáx	178 ± 10	170	186
FCPDv	186 ± 11	177	195
FCDmáx <sub>pred</sub>	183 ± 8	176	189

Conforme os resultados apresentados na tabela 6, as médias de FC encontradas se mostraram similares para todos os LAn, não sendo encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ), quando comparadas com o critério (FCMSSL). Para obtenção de uma consulta mais detalhada desses dados (ver anexo 2), onde consta a tabela com dados individuais de [La] na VMSSL, FC dos LAn e do MSSL.

**Tabela 7** – Valores das correlações (r) entre as FC absolutas (bpm) dos diversos LAn e FCMSSL :

Variáveis	FCDmáx	FCPDv	FCDmáx <sub>pred</sub>	FCMSSL
FCDmáx	—			
FCPDv	0,84 *	—		
FCDmáx <sub>pred</sub>	0,64	0,76 *	—	
FCMSSL	0,88 *	0,83 *	0,53	—

\* ( $p < 0,05$ )

Na tabela 8 são apresentados os valores percentuais relativos de FC dos LAn derivados do TCAR, FCMSSL e o resultado da comparação, respectivamente.

**Tabela 8** – Estatística descritiva e comparação dos valores percentuais relativos (%FCmáx – TCAR) de FC dos diversos LAn e FCMSSL:

Variáveis	Média ± dp	Intervalo de confiança (95%)	
		Inferior	Superior
FCMSSL	91,2 ± 3,2	88,5	93,9
FCDmáx	88,9 ± 3,7	85,8	92,0
FCPDv	93,0 ± 3,4 *	90,1	95,8
FCDmáx <sub>pred</sub>	91,4 ± 0,0	91,4	91,4

\* (p < 0,05)

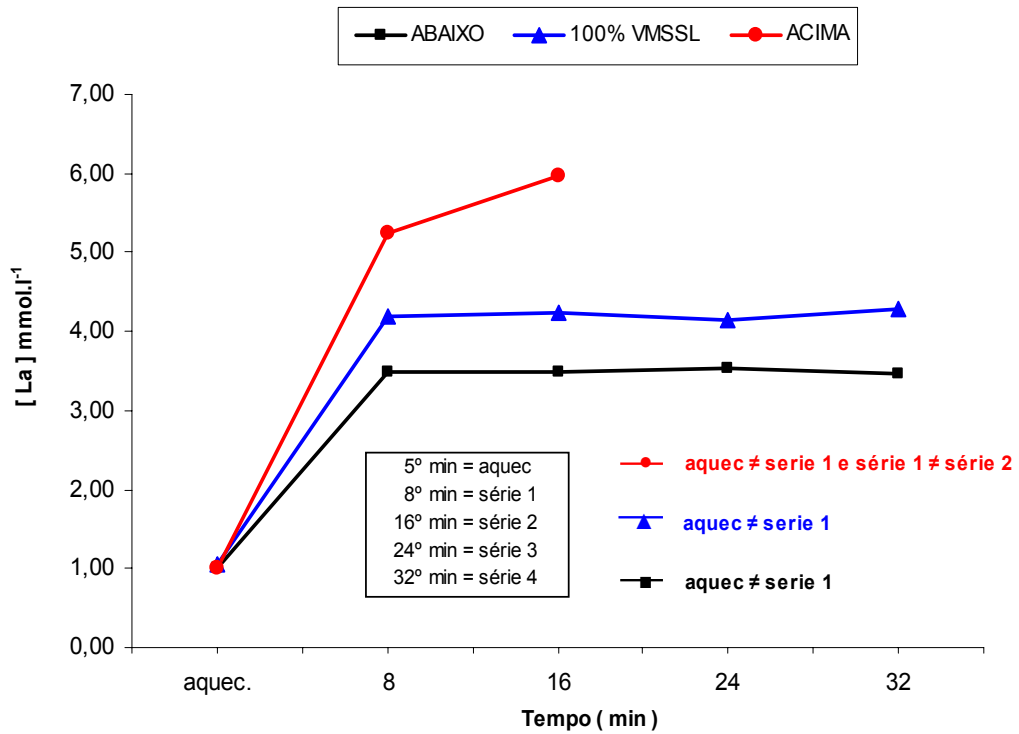
\* (FCDmáx ≠ FCPDv)

Os resultados da comparação entre os valores relativos de FC dos diversos LAn e o critério (FCMSSL), não apresentaram diferenças significantes (p>0,05), corroborando os achados para os valores absolutos de FC (ver tabela 6). Embora não conste como objetivo do estudo, discutir a comparação dos diversos LAn entre si, pode observar-se que houve diferenças significantes entre FCDmáx e FCPDv.

Analisando o gráfico da resposta da [La] nos diferentes momentos do teste e diferentes velocidades aplicadas em carga constante (ver figura 4), constata-se que houve diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) entre a [La] obtida após 5 minutos de aquecimento e a [La] após a série Nº 1 nas três velocidades testadas (abaixo, 100% da VMSSL e acima), resultado presumidamente esperado.

No entanto, analisando resposta da [La] na carga constante realizada acima da VMSSL, constata-se que houve diferença significativa entre a série Nº 1 ( $5,24 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ) vs. a série Nº 2 ( $5,98 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Essa diferença de  $0,74 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  em apenas 8 minutos (equivalente a  $0,09 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  por minuto), representa um aumento de lactato correspondente a quase o dobro da variação adotada como critério de *steady-state* de lactato no presente estudo ( $0,05 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  por minuto). Pode-se especular que a magnitude desse acúmulo na [La], tenha sido responsável pela desistência no teste, de 50% dos atletas antes que os mesmos completassem a série Nº 3 (tempo de sustentação médio na série = 4,6 minutos), enquanto que a outra metade ( $n = 4$ ), conseguiu concluir as 4 séries de 8 minutos previstas, mesmo apresentando um estado de desequilíbrio de lactato de acordo com o critério estabelecido. No final da carga constante realizada acima da VMSSL, para o grupo de atletas que suportou os 32 minutos de esforço, a [La] encontrada foi de  $4,1 \pm 1,8 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$  (2,1 – 6,2). Assim, dada a amplitude de variação observada nesta situação de desequilíbrio de lactato (mínimo = 2,1 e máximo = 6,2), recomenda-se cautela na utilização de concentrações fixas de lactato como referência de MSSL, corroborando as recomendações da literatura vigente, relativas a exercício contínuo de carga constante (MADER, 1991; BUENO, 1990; HECK *et al.*, 1985).

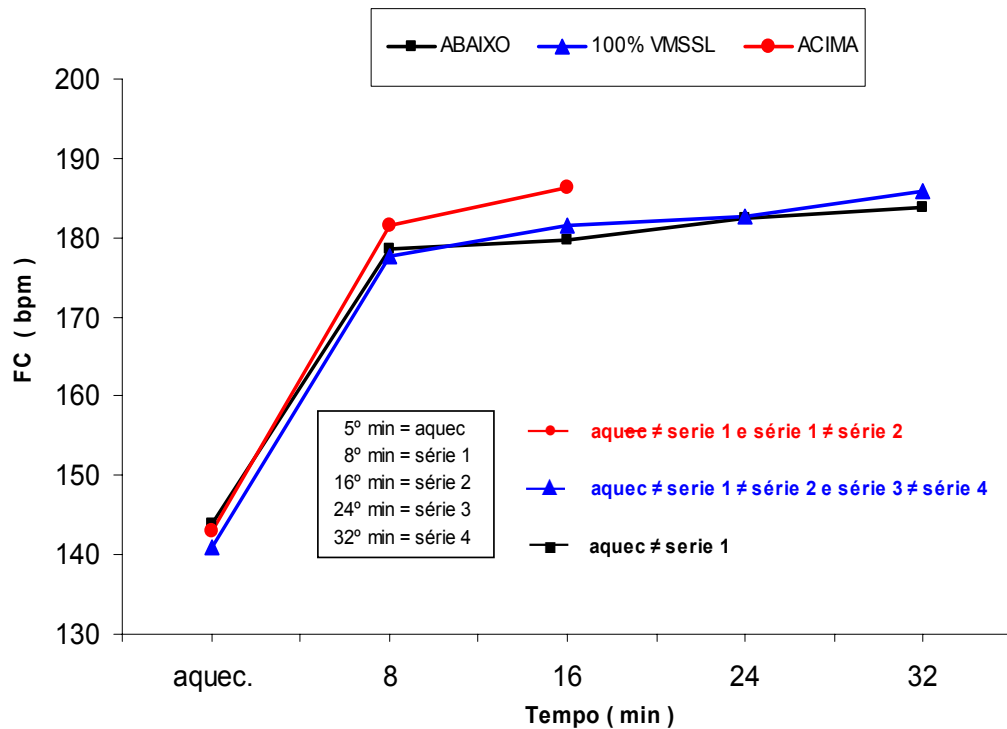
Para obtenção de uma consulta mais detalhada desses dados (ver anexo 3), onde consta a tabela com a estatística descritiva dos valores de [La] obtidos no TCC na VMSSL.



**Figura 4** – Gráfico com as curvas representativas da resposta da [La] nas três velocidades (abaixo da VMSSL, 100% da VMSSL e acima da VMSSL), a partir de valores médios encontrados nos diferentes momentos de cada teste (após 5 min de aquecimento e após cada uma das séries de 8 min).



Com relação às respostas de FC nas três diferentes velocidades (ver figura 5), constata-se que houve diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) entre a FC após 5 minutos de aquecimento vs. a FC após a série Nº 1 nas três velocidades testadas, bem como, entre a série Nº 1 (182 bpm) vs. série Nº 2 (186 bpm) na carga acima da VMSSL (desequilíbrio de lactato). Esses achados corroboraram a resposta observada para a resposta de lactato (ver figura 4). No entanto, apesar dos valores absolutos de FC encontrados na velocidade abaixo e com 100% da VMSSL mostrarem-se muito similares, na carga com 100% da VMSSL, houve diferença significativa entre a série Nº 1 (178 bpm) vs. série Nº 2 (182 bpm), bem como, série Nº 3 (183 bpm) vs. série Nº 4 (186 bpm), mesmo se tratando de uma carga em *steady-state* de lactato.



**Figura 5** – Gráfico com as curvas representativas da resposta da FC nas três velocidades (abaixo da VMSSL, 100% da VMSSL e acima da VMSSL), a partir de valores médios encontrados nos diferentes momentos de cada teste (após 5 min de aquecimento e após cada uma das séries de 8 min).

## 5.0 DISCUSSÃO

O principal pressuposto do presente estudo é a aceitação de que o modelo teórico vigente para esforço contínuo referente ao MSSL é válido para esforço intermitente. Sendo assim, variáveis preditivas derivadas de um teste incremental de corrida intermitente em sistema de “ida-e-volta” (TCAR), poderiam ser utilizadas como alternativas de aproximação do MSSL.

A presente investigação, segue a tendência atual de comparar variáveis de aproximação de MSSL (limiares de lactato ou de transição fisiológica) obtidas em testes incrementais com estágios de curta duração (denominadas LAn no presente estudo) com o MSSL determinado em cargas constantes (HECK *et al.*, 1985; AUNOLA e RUSKO, 1992; HOFMANN *et al.*, 1994; BENEKE, 1995; FARIA, 2002).

Conconi *et al.* (1982) desenvolveram um teste simples de campo para identificar o PDFC e, essa metodologia tem sido desde então ampliada incluindo outras atividades esportivas, aplicada em protocolos de campo e laboratório.

Quando identificado, o PDFC tem sido localizado entre 85 e 95% da FC<sub>máx</sub>, sendo os valores percentuais crescentes com o aumento do nível de aptidão dos atletas (LACOUR, PADILLA, DENIS, 1988; LAPORTE, 1997). Esta faixa de intensidade está mais próxima do chamado segundo limiar de lactato, que presumivelmente corresponde ao MSSL (AUNOLA e RUSKO, 1992).

Na literatura, são poucas as tentativas de identificação do PDFC em testes incrementais de corrida intermitente em campo (LIMA, UGRINOWITSCH, KISS, 1996; BARROS *et al.*, 1996; JÜRIMÄE, MATLEP, TAMMIK, 1997; CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005a), sendo que nestes trabalhos, o PDFC teve identificação positiva em 100% dos avaliados. Porém, nenhum estudo até o

presente, tratou de confirmar se o pressuposto do modelo teórico vigente relativo ao MSSL, construído fundamentalmente sobre testes e/ou esforços de natureza contínua, também se aplica em testes e/ou esforços intermitentes com pequenas pausas, sendo assim, fica registrado a originalidade do presente estudo.

Para melhor explorar os principais achados do presente estudo, a discussão dos resultados será apresentada na forma de tópicos.

### **5.1 DETERMINAÇÃO DO PD<sub>v</sub> E D<sub>máx</sub> NO TCAR E QUALIDADES DO TESTE**

No presente estudo, a identificação positiva do PDFC pela técnica de inspeção visual em 100% da amostra para três avaliadores experientes, assim como pelo método D<sub>máx</sub>, corroborou os achados de Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005a) realizado com esportes coletivos (n=112). E, comparando os valores encontrados de PD<sub>v</sub> e D<sub>máx</sub>, foi confirmada a primeira hipótese desse estudo: PD<sub>v</sub> e D<sub>máx</sub> quando identificados no TCAR são limiares generalizáveis, associados e localizados em intensidades similares.

Em relação às qualidades do teste empregado, pode-se inferir que o TCAR apresenta-se como uma boa alternativa de teste incremental de corrida intermitente para determinar tanto o PDFC por inspeção visual como pelo método D<sub>máx</sub>. Assim, pode-se especular que o TCAR tem logrado êxito nesse propósito, em função de contemplar as principais recomendações feitas por Conconi *et al.* (1996): incrementos de velocidade progressivos e uniformes, com estágios de tempo fixo e pequenos incrementos de carga (incrementos na FC menores que 8 bpm), aspectos que melhoram a análise do PDFC.

Tabulando os resultados de PV de 581 avaliações realizadas com o teste TCAR junto ao LAPEM (CEFID/UEDESC), nas diversas modalidades coletivas do sexo masculino, Carminatti e De-Oliveira (2006) encontraram como média de PV  $16,2 \pm 1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  (dados não publicados). Sendo assim, pode-se deduzir que cada teste proporciona em média 13 estágios, gerando um número de pontos de FC bastante satisfatório para construir um gráfico, confirmando a ocorrência de incrementos de FC menores que 8 bpm, na grande maioria dos estágios durante o teste. Em conjunto, esses dois fatores contemplados pelo TCAR, vêm favorecendo a identificação positiva do PDFC em escala generalizada e reduzindo a subjetividade implícita na técnica de inspeção visual.

Além das qualidades já mencionadas, outras vantagens desse teste alternativo têm sido contatadas: O TCAR é simples de aplicar (possui critérios objetivos e de fácil aprendizado por parte de avaliadores e avaliados), tem baixo custo (requer CD *player* como protocolo, fichas de controle do teste, cones de “PVC”, cordas demarcatórias das distâncias, fita métrica de 50 m) e pode ser aplicado em campos de grama ou quadras de jogo. Empregando o TCAR é possível avaliar até 10 atletas simultaneamente, otimizando o tempo gasto na avaliação de equipes de modalidades coletivas.

Em adição, o TCAR agrega vários componentes específicos para avaliar aptidão aeróbia de esportes intermitentes (mudanças de direção, acelerações e desacelerações constantes), em especial, as pausas intermediárias entre as corridas de “ida-e-volta”. O mesmo tem sido utilizado para avaliação tanto da potência aeróbia (através do pico de velocidade), bem como da capacidade aeróbia (identificação dos LAn não-invasivos).

Para estudar a sensibilidade do teste quanto aos efeitos do treinamento sobre variáveis obtidas no TCAR, Carminatti *et al.* (2005) compararam os resultados de PV, FCmáx, VDMáx e FCDmáx obtidos na pré-temporada e após nove semanas de treinamento em jogadores de futebol (n=15). Dada as diferenças significantes encontradas entre as variáveis, os autores concluíram que o TCAR possui alto grau de sensibilidade aos efeitos de treinamento para os indicadores de aptidão aeróbia, especialmente, em modalidades coletivas (CARMINATTI *et al.*, 2005).

É pertinente destacar, que o TCAR é um teste de campo com evidências de validade de construto (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004) e de validade concorrente (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2006) para avaliar aptidão aeróbia de esportes intermitentes. Que uma investigação relativa a reprodutibilidade de variáveis máximas e submáximas derivadas do TCAR, sugeriu que as variáveis estudadas não apresentaram variações significativas entre o teste e o reteste (PIOVEZANA, CARMINATTI, DE-OLIVEIRA, 2004). Porém, dada a importância que o índice de reprodutibilidade tem, dentro do contexto de validação de uma proposta nova de teste, as limitações constatadas neste estudo (homogeneidade do grupo estudado e amostragem pequena – n = 12), novos estudos são necessários para confirmar esses achados preliminares.

## **5.2 VALIDADE DAS VELOCIDADES DOS LAN COMO PREDITORAS DA VMSSL**

Visando responder a todos os objetivos específicos de um modo geral, por motivos didáticos e seguindo a mesma ordem adotada na apresentação das tabelas de resultados, neste tópico apenas será discutida a validade das velocidades dos LAN (VPDv, VDMáx, VDMáx<sub>pred</sub> e V4<sub>pred</sub>) como preditoras da VMSSL. Nas tabelas 3

a 5, foram apresentados os resultados descritivos (média  $\pm$  desvio-padrão e intervalo de confiança) absolutos e relativos das mesmas, correlações encontradas e o resultado do teste ANOVA em relação ao critério - VMSSL, considerado “padrão-ouro” de referência para o fenômeno estudado.

Todas as velocidades dos LAn, tanto na forma absoluta ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) como relativa (%PV) não apresentaram diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) quando comparadas com a VMSSL ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e VMSSL (%), respectivamente. A VPDv, VDMáx e VDMáx<sub>pred</sub> mostraram-se fortemente associadas com a VMSSL, com exceção da V4<sub>pred</sub> que não apresentou correlação significativa ( $p = 0,055$ ), apesar do  $r = 0,70$ .

Quanto aos motivos para a ausência de correlação encontrada para V4<sub>pred</sub>, pode ser atribuído a homogeneidade e tamanho da amostra ( $n = 8$ ). Cabe destacar também, as diferenças entre a média de idade da amostra do presente estudo ( $21,3 \pm 3,1$  anos) e do estudo original ( $18,0 \pm 3,4$  anos) que gerou a equação de predição, bem como, entre o pico de velocidade no TCAR ( $15,4 \pm 1,5$  vs.  $16,2 \pm 0,9$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Em conjunto, essas diferenças podem ter contribuído à ausência de correlação significativa encontrada e o valor superestimado de V4<sub>pred</sub> em relação à VMSSL ( $13,3$  vs.  $12,5$   $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  – não-significante). Esse achado está de acordo com estudo de Aunola e Rusko (1992), realizado em cicloergômetro, que não demonstrou correlação significativa entre o MSSL e o LAn quando este foi determinado pela concentração fixa de  $4$   $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ .

Comparando os resultados encontrados para VPDv e VDMáx (ver tabela 3), constata-se que não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ). Em adição, tanto a VPDv como a VDMáx foram identificadas no TCAR em todos os sujeitos do estudo, corroborando achados de Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005a). Também é possível observar (ver tabela 4), que houve uma correlação alta e significativa entre

elas ( $r = 0,83$ ), assim, pode-se inferir que a segunda hipótese do presente estudo é verdadeira.

Um achado de grande relevância do presente estudo, foi a correlação alta e significativa ( $r = 0,90$ ) entre  $VD_{\text{máx}_{\text{pred}}}$  e a VMSSL, com valores médios praticamente iguais (12,4 vs. 12,5  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sugerindo que até mesmo sem monitoramento da FC durante a realização do teste TCAR, pode ser obtido uma boa aproximação da VMSSL. Essa metodologia alternativa de baixo custo e fácil aplicação agregaram ao TCAR uma vantagem adicional, acessível a qualquer equipe de modalidade coletiva que disponha de um CD *player* com o protocolo TCAR gravado e demais itens complementares (cones, trena, e fichas de controle do teste).

Os achados mais expressivos, no entanto, podem ser considerados a ausência de diferença estatística entre  $VD_{\text{máx}}$  e VMSSL (12,3 vs. 12,5  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ,  $p > 0,05$ ) e a correlação alta e significativa encontrada entre as mesmas ( $r = 0,98$ ). Essa correlação é sem dúvida, superior a grande maioria das correlações já relatadas na literatura, quando comparado LAn obtido em teste incremental vs. confirmação de MSSL em teste retangular de carga constante.

Tratando-se de comparação entre variáveis derivadas de um teste incremental e variáveis determinadas em teste retangular de carga constante, é pertinente discutir algumas questões metodológicas envolvidas. No presente estudo, as velocidades dos LAn ( $VD_{\text{máx}}$  e  $VPD_v$ ) foram determinados a partir do teste incremental (TCAR), que foi realizado sem a ocorrência de interrupções de 1 min após cada série de 8 min adotadas no teste de carga constante (TCC), apenas com as pausas de 6 segundos de caminhada intercaladas a cada 12 segundos de corrida, as quais se repetiram no TCC. Interrupções freqüentes utilizadas em testes para coletar amostras de sangue já foram investigadas. Beneke *et al.* (2003),

estudaram os efeitos das interrupções em TCC realizado em cicloergômetro, comparando as potências absolutas (w) e relativas (%) no MSSL (P-MSSL) em três situações: TCC sem pausa (TCC<sub>0</sub>), TCC com 30 segundos (TCC<sub>30</sub>) e TCC com 90 segundos de pausa a cada 5 minutos (TCC<sub>90</sub>). Diante das diferenças significativas encontradas, os autores concluíram que os testes realizados tanto em laboratório como em campo, que requerem interrupções para coletar amostras de sangue, subestimam significativamente o nível de esforço fisiológico. Em outro estudo, realizado por Heck (1990) apud Beneke *et al.* (2003), quando foi incrementado o tempo de interrupção do teste de carga constante na esteira de 0,5 para 1,5 minutos (incremento de 1 minuto na pausa), o valor de  $V_4$  aumentou de  $3,3 \pm 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  para  $3,5 \pm 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . De acordo com esses achados, os valores encontrados para  $VD_{\text{máx}}$  e  $VPD_v$  deveriam ser significativamente menores que a  $VM_{\text{MSSL}}$ , hipótese que não se confirmou no presente estudo. Quando foram comparadas,  $VD_{\text{máx}}$  ( $12,2 \pm 1,4$ ) e  $VPD_v$  ( $13,0 \pm 1,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) vs.  $VM_{\text{MSSL}}$  ( $12,5 \pm 1,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), não foram encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ).

### 5.3 VALIDADE DAS FC DOS LAn COMO PREDITORAS DA FCMSSL

Com o mesmo formato de abordagem adotada no tópico anterior, nesse tópico será discutida a validade das FC dos LAn ( $FC_{PD_v}$ ,  $FC_{D_{\text{máx}}}$  e  $FC_{D_{\text{máx}}_{\text{pred}}}$ ) como preditoras da FCMSSL. Nas tabelas 6 e 7, foram apresentados os resultados descritivos (média  $\pm$  dp e intervalo de confiança) absolutos das mesmas, correlações encontradas e o resultado do teste ANOVA em relação ao critério – FCMSSL.

Constata-se que não houve diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre  $FC_{PD_v}$  ( $186 \pm 11 \text{ bpm}$ ),  $FC_{D_{\text{máx}}}$  ( $178 \pm 10 \text{ bpm}$ ) e  $FC_{D_{\text{máx}}_{\text{pred}}}$  ( $183 \pm 8 \text{ bpm}$ ) quando



comparadas com a FCMSSL ( $182 \pm 4$  bpm), corroborando os resultados encontrados para as velocidades dos LAn. Foram encontradas correlações altas e significantes entre FCDmáx ( $r = 0,88$ ) e FCPDv ( $r = 0,83$ ) vs. o critério (FCMSSL). Estes achados credenciam a FCPDv e a FCDmáx como alternativas válidas para aproximação da FCMSSL. No entanto, apesar dos valores médios e do intervalo de confiança (95%) da FCDmáx<sub>pred</sub> se mostrarem muito similares àqueles encontrados para a FCMSSL, não houve correlação significativa ( $r = 0,53$ ), sugerindo cautela na predição da FCMSSL a partir da FCDmáx<sub>pred</sub>.

Na tabela 8, observa-se que não foram encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre FCPDv (93,0 %), FCDmáx (88,9 %), FCDmáx<sub>pred</sub> (91,4 %) vs. FCMSSL (91,2 %), bem como, que os valores percentuais médios oscilaram entre 89 e 93% da FCmáx obtida no TCAR, corroborando achados da literatura que apontam freqüentemente para uma variação entre 88 e 93% da FCmáx, quando da determinação do LAn por diversos métodos (SNYDER *et al.*, 1994; FOSTER *et al.*, 1995; WELTMAN *et al.*, 1989, 1990; BUNC *et al.*, 1989).

#### 5.4 MSSL E MODELOS DE PREDIÇÃO EM TESTES INTERMITENTES

Em relação aos valores de [La] no MSSL encontrados no presente estudo e apresentados no anexo 4 ( $4,2 \pm 1,8$  mmol·l<sup>-1</sup> com variação de 1,4 a 6,7), podemos constatar que os mesmos se mostraram similares aos achados de diversos estudos realizados com carga constante de natureza contínua: Heck *et al.* (1985)  $4,0 \pm 0,7$  mmol·l<sup>-1</sup> (3,0 – 5,5), BILLAT *et al.* (1994)  $3,9 \pm 1$  mmol·l<sup>-1</sup> (2,2 – 6,7) e Beneke, Hütler, Leithäuser (2000)  $4,9 \pm 1,4$  mmol·l<sup>-1</sup> (1,9 – 7,5), sugerindo que o modelo teórico vigente de resposta do lactato para exercício de natureza contínua não é diferente

para exercício de natureza intermitente (com pequenas pausas) em sistema de corridas de “ida-e-volta” .

No entanto, os valores de [La] no MSSL encontrados no presente estudo, foram maiores que aqueles reportados pelo estudo de Wonisch *et al.* (2003) com carga constante intermitente de 20 minutos realizado com badminton ( $3,1 \pm 1,2$  mmol·l<sup>-1</sup>) e pelo estudo de Carminatti, Lima-Silva, De-Oliveira (2005c) com carga constante de 21 minutos (3 séries de 7 minutos de corrida separadas por 1 min de pausa) aplicando o sistema intermitente do TCAR em jogadores de futebol ( $3,3 \pm 1,6$  mmol·l<sup>-1</sup>). Porém, é necessário relatar que nestes dois estudos, não foi realizada confirmação do MSSL, no primeiro foi aplicado apenas uma carga correspondente a intensidade de 90% de FC<sub>máx</sub> obtida no teste incremental específico (estudo com badminton) e no segundo, foi aplicado apenas uma carga fixada em 100% da velocidade correspondente ao PDF<sub>CV</sub> determinado no TCAR (estudo com futebol). Assim, pode-se especular que os atletas poderiam tolerar cargas ainda maiores com estado de equilíbrio nas [La] e, conseqüentemente, apresentariam valores médios maiores que os relatados, em especial, os jogadores de futebol, uma vez que 75% deles apresentaram estado de equilíbrio nas [La] na carga testada (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005c).

No estudo realizado com jogadores de futebol (FARIA, 2002), utilizando o teste *shuttle run* de 20 m - TSR (modificado de LÉGER e LAMBERT, 1982), considerado de natureza contínua pela ausência de pausas entre as corridas de “ida-e-volta”, o autor concluiu que os limiares anaeróbios ( $V_{IAT}$  e  $V_{3,5}$ ) não são válidos para determinação da VMSSL durante o referido teste.

Comparando o TCAR com TSR, constata-se que ambos são similares quanto ao sistema de corridas de “ida-e-volta”, mas o TCAR é considerado intermitente em

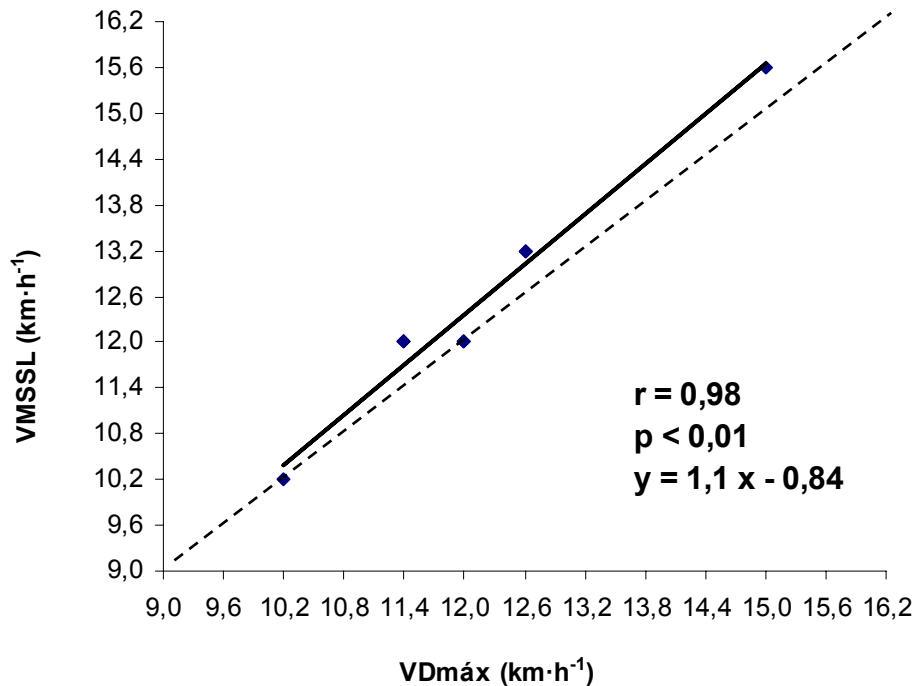
função das pausas de 6 segundos de caminhada a cada 12 segundos de corrida. Além dessa diferença (contínuo vs. intermitente), existe outra diferença substancial referente à metodologia dos dois testes aplicados, capaz de explicar em parte, as evidências de validade encontradas para os LAn derivados do TCAR como preditores do MSSL, contrariando os achados de Faria (2002). Trata-se da utilização de pausas de 1 min (coletar amostras de sangue) para cada estágio de 3 min de corrida adotadas durante o teste incremental - TSR, atingindo em média a 11-12 interrupções vs. apenas 3 no teste de carga constante de 30 min (TCC<sub>30</sub>). De acordo com o estudo de Beneke *et al.* (2003), testes realizados tanto em laboratório como em campo, que requerem freqüentes interrupções, subestimam significativamente o nível de esforço fisiológico. Esse mecanismo é a base fisiológica de alguns intervalos característicos de programas de treinamento (BENEKE *et al.*, 2003). Desta forma, a  $V_{3,5}$  e a  $V_{IAT}$  no TSR podem ter ficado superestimadas em relação a  $V_{MSSL}$  obtida no TCC<sub>30</sub>. No caso do TCAR, não houve interrupções para coleta de sangue durante o teste incremental, apenas as pausas de 6 segundos, as quais se repetem no TCC<sub>32</sub>. Quanto ao TCC<sub>32</sub> aplicado no presente estudo, foram apenas 4 interrupções de 1 minuto para coletar amostras de sangue.

Investigando patinadores, Foster *et al.* (1995) utilizaram [La] entre 4,0 e 6,5 como zona de referência de estado de equilíbrio de lactato e verificaram o poder preditivo do % $V_{m\acute{a}x}$  (78 - 88%) e % $FC_{m\acute{a}x}$  (84 - 92%) correspondentes a esta faixa. Os autores verificaram, em simulações de treinamentos, que o modelo baseado no % $V_{m\acute{a}x}$  prediz corretamente 81% das ocorrências no comportamento das [La] (com ou sem *steady-state*), enquanto o modelo de % $FC_{m\acute{a}x}$  prediz corretamente 68% dos casos. Como podemos verificar nas tabelas 5 e 8, todos os percentuais dos diversos

LAn determinados no presente estudo, oscilaram entre 79 e 86% do PVcor e 89 e 93% da FCmáx, respectivamente, corroborando o estudo de Foster *et al.* (1995).

Snyder, *et al.* (1994) estudando ciclistas e corredores em bicicleta e corrida, respectivamente, verificaram a possibilidade de predizer faixas de MSSL a partir da determinação de valores de %FCmáx. Uma deficiência deste método é que o mesmo não oferece referências sobre velocidades apropriadas de treinamento, as quais são utilizadas comumente por treinadores e atletas (FOSTER *et al.*, 1995). Contudo, antes de abordar o tema relativo ao MSSL e modelos de predição em testes intermitentes é oportuno destacar que, em diversas modalidades esportivas (individuais e coletivas), a corrida é parte integrante específica e/ou básica da preparação física dos atletas, sendo que a identificação da VRMSSL é útil na prescrição das cargas de treinamento. Assim, em qualquer modelo de predição desenvolvido para aplicar nesse tipo de contexto, uma referência de velocidade deve sempre prevalecer sobre outras variáveis preditivas, ratificando os achados de Foster *et al.* (1995).

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significantes ( $p > 0,05$ ) entre as velocidades dos diversos Lan derivadas do TCAR e a VMSSL e, com exceção de  $V_{4_{pred}}$ , as demais se mostraram fortemente associadas ( $r = 0,85$  a  $0,98$ ). Assim, a escassez de modelos de predição de MSSL a partir de testes intermitentes, somado a magnitude dos achados envolvendo  $VD_{máx}$  e VMSSL, sugerem a possibilidade de predizer a VMSSL a partir da  $VD_{máx}$ , como pode ser demonstrado na figura 6.



**Figura 6** – Velocidade de MSSL (VMSSL) plotada contra o limiar anaeróbio (VDMáx) derivado do TCAR. A *linha sólida* é estimada pela regressão linear e a *linha tracejada* indica a identidade da linha.

Em função da capacidade preditiva apresentada pela VDMáx (figura 6) e pela alternativa não-invasiva e de fácil aplicação que esse modelo de predição da VMSSL pode representar, sugere-se a elaboração de uma equação de predição da VMSSL (VRMSSL), apresentada a seguir:

$$\text{VRMSSL (km}\cdot\text{h}^{-1}\text{)} = (1,1 \cdot \text{VDMáx}) - 0,84$$

$$\text{EPE} = 0,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} \text{ (2,4\%)}$$

Tratando-se de modelos de predição de MSSL, constata-se que o pequeno erro padrão de estimativa (EPE) reportado na equação acima, está entre os menores já relatados na literatura, menor inclusive, que a sensibilidade do critério que foi adotada no presente estudo para discriminar a carga correspondente ao MSSL ( $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} - 4 \text{ a } 6\%$ ). Apesar da grande aplicabilidade que esse modelo de predição poderá proporcionar, a utilização dessa equação requer cautela e novos estudos para validação externa, com número maior de sujeitos, bem como, de outras modalidades coletivas.

Em relação às críticas e dificuldades reportadas na literatura, quando da realização de estudos de confirmação do MSSL em cargas constantes, é oportuno lembrar, que normalmente estes estudos necessitam de três a cinco sessões de avaliação, podendo requerer até duas semanas de testes. Tem sido demonstrado que diferenças entre valores de LAn e valores de *steady-state* podem ser explicadas em parte pela variação normal na capacidade de desempenho fisiológico durante o período de testes (AUNOLA, 1991; BACHL, 1984 apud HOFMANN *et al.*, 1994) e de [La] (BACHL, 1984; PANSOLD & ZINNER, 1993 apud HOFMANN *et al.*, 1994), especialmente em sujeitos com menor aptidão física. Cabe frisar que no presente estudo, foram realizadas apenas duas sessões de avaliação para três atletas e três sessões para os demais ( $n = 5$ ) e, apesar do estudo ter sido realizado em um período de três semanas, os atletas participaram de um jogo por semana e não realizaram treinos físicos durante o período dos testes, reduzindo consideravelmente as possibilidades de variação da capacidade de desempenho fisiológico.

Por fim, Heck (1990a), ao comparar metodologias referentes ao LAn (invasivas e não-invasivas), mostrou que todas as metodologias estudadas fornecem resultados de referência que, em alguns pontos, se afastam dos valores de MSSL,

concluindo que, quanto à validade, todos os métodos se equiparam. Além disso, os mais diversos métodos de identificação são altamente associados (TOKMAKIDIS, LÉGER, PILIANIDIS, 1998), podendo, no entanto, diferir significativamente em intensidade (NICHOLSON e SLEIVERT, 2001), corroborando os achados do presente estudo, onde se constatou que todos os LAn derivados do TCAR se mostraram similares quando foram comparados na forma absoluta, porém, com diferenças quando comparados em intensidade relativa (%PVcor – TCAR), onde  $V4_{pred} \neq VD_{m\acute{a}x}$  e  $VD_{m\acute{a}x}_{pred}$  ;  $FCD_{m\acute{a}x} \neq FCPD_v$  (ver tabelas 5 e 8). No entanto, quando os LAn foram comparados com o critério (VMSSL e FCMSSL), não apresentaram diferenças significantes ( $p > 0,05$ ), confirmando a segunda hipótese do estudo.

## 6.0 CONCLUSÕES

Após a realização do teste incremental de corrida intermitente (TCAR) em campo, foi possível identificar todos os limiares anaeróbios previstos no presente estudo. Em adição, o PDv e o Dmáx foram identificados em todos os sujeitos avaliados, demonstrando que esses limiares de frequência cardíaca são generalizáveis, associados e localizados em intensidades similares, confirmando a primeira hipótese do estudo.

Posteriormente, em sessões de testes intermitentes com velocidade constante, aplicados com o mesmo sistema adotado no TCAR, foram determinadas as velocidades e frequências cardíacas correspondentes ao MSSL em todos os jogadores avaliados. Os valores de média, mínimo e máximo de concentração de lactato referentes ao MSSL verificados no presente estudo, são similares aos valores de referência reportados por outros estudos envolvendo MSSL em esforço contínuo.

Na comparação dos diversos LAn derivados do TCAR com o critério (MSSL), não foram encontradas diferenças significantes, confirmando a segunda hipótese do estudo.

As correlações encontradas entre os LAn e o MSSL foram significantes, com destaque para a VDmáx ( $r = 0,98$ ) e FCDmáx ( $r = 0,88$ ), com exceções para FCDmáx<sub>pred</sub> ( $r = 0,53$ ) e V4<sub>pred</sub> ( $r = 0,70$ ), ambas não significantes.

Assim, concluiu-se que os Lan derivados do TCAR são válidos como preditores do MSSL em jogadores de Futsal e que, as respostas fisiológicas (absolutas e relativas) verificadas nesse sistema de corrida intermitente, corroboraram o modelo vigente para esforços contínuos referente ao MSSL, sugerindo um modelo generalizável.



## 7.0 REFERÊNCIAS

ACEVEDO E.O., GOLDFARB A.H. Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold and endurance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.21, n.5, p.563-68, 1989.

ANTONUTTO, G. & DI PRAMPERO, P.E. The concept of lactate threshold. **Journal of Sports Science. Phys. Fitness**. v.35, p.6-12, 1995.

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

BALLARIN E., SUDHUES U., BORSETTO C., CASONI I., GRAZZI G., GUGLIELMINI C., MANFREDINI F., MAZZONI G., CONCONI F. Reproducibility of the Conconi test: test repeatability and observer variations. **Int. Journal of Sports Science**. v.17, p.520-7, 1996.

BANGSBO, J. YO-YO tests. HO + Storm, **Copenhagen, Denmark**, 1996.

BARROS, L.F.P., RAZUCK, C.R., LIMA, J.R.P., KISS, M.A.P.D.M. Teste de Conconi com corrida intermitente. In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica**. São Paulo, EDEUSP. p.88, 1996.

DENADAI, B. S. Limiar Anaeróbio: Considerações Fisiológicas e Metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v.1, n.2, p.74-88, 1995.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady-state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.27, n.6. p.863-67, 1995.

BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modeling approaches. **European Journal of Applied Physiology**. v.88, p.361-69, 2003a.

BENEKE, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state – implications for performance testing. **European Journal of Applied Physiology**. v.89, p.95-99, 2003b.

BENEKE, R., HÜTLER, M., LEITHÄUSER, R.M. Maximal lactate steady state independent of performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.32, p.1135-39, 2000.

BENEKE, R., HÜTLER, M., DUVILLARD, S.P.V, SELLENS, M., LEITHÄUSER, R.M. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.35, p.1626-30, 2003.

BENEKE, R., LEITHÄUSER, R.M., HÜTLER, M. Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. **British Journal Sports Medicine**. v.35, p.192-96, 2001.

BERG, A., JACOB, M., LEHMANN, H.H., DICKHUTH, G., HUBER, J. Actuelle aspect der Modérnen Ergometrie. **Pneumologie**. v.44, p.2-13, 1990.

BILLAT, V.L, DALMAY, F., ANTONINI, M.T., CHASSAIN, A.P. A method for determining the maximal steady state of blood lactate concentration from two levels of submaximal exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.69, p. 196-202, 1994.

BILLAT, V.L. Détermination d'une puissance critique aérobie par l'évolution de la lactatémie en régime continu d'exercice musculaire. Revue de L'AEFA. N°128. **Extraite Science et Motricité**, 1994.

BILLAT, V.L., LEPRETRE, P.M., HEUGAS, M., LAURENCE, M.H., SALIM, D., KORALSZTEIN., J.P. Training and bioenergetic characteristics in elite male and female Kenyan runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.35, p.297-304, 2003a.

BILLAT, V. L., SIRVENT, P., PY, G., KORALSZTEIN, J. P., MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state. **Journal of Sports Science**. v.33, n.6, p.407-426, 2003b.

BILLAT, V.L. Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training: recommendations for long-distance running. **Journal of Applied Physiology**. v.22, p.157-75, 1996.

BODNER, M. E., RHODES, E. C. A review of the concept of the heart rate deflection point. Int. **Journal of Sports Science**. v. 30, n.1, p.31-46, 2000.

BORCH, K.W., INGER, F., LARSEN, S., TOMTEM, S.E. Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of "anaerobic threshold". **Journal of Sports Science**. v.11, p.49-55, 1993.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.14, p.377-381, 1982.

BROOKS, G.A. Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.17, p.22-31, 1985.

BUNC, V., HELLER, J., LESO, J., SPRYNAROVA, S., ZDANOWICZ, R. Ventilatory threshold in various groups of highly trained athletes. *Int. Journal of Sports Science*. v.8, p. 275-80, 1987.

BUNC, V., HELLER, J., MORAVEC, P., SPRYNAROVA, J. Ventilatory threshold and mechanical efficiency in endurance runners. **European Journal of Applied Physiology**. v.58, p.693-98, 1989.

BUNC, V., HELLER, J., PROCHÁZKA, L. Physiological characteristics of elite Czechoslovak footballers. **Journal of Sports Science**. v.10, p.149, 1992.

BUNC, V., HOFMANN, P., LEITNER, H., GAISL, G. Verification of the heart rate threshold. **European Journal of Applied Physiology**. v.70, p.263-69, 1995.

CAMBRI, L. T., PIASECKI, F., GEVAERD, M. S., SUSO, J. M., DE-OLIVEIRA, F. R. Método D<sub>máx</sub> no teste de Léger-Boucher em atletas meio fundistas e fundistas feminino. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.13, n.4, p.83, 2005.

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 incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v.3, n.1, p.120, 2004.

CARMINATTI, L.J., LIMA-SILVA, A.E, DE-OLIVEIRA, F.R. Ponto de deflexão da frequência cardíaca por inspeção visual e método D<sub>máx</sub> em teste intermitente de campo. **Revista Motriz**. v.11, n.1, p.38, 2005a.

CARMINATTI, L. J., LIMA-SILVA, A. E, DE-OLIVEIRA, F. R. D<sub>máx</sub> em teste intermitente de campo: Estimativa por % fixo da frequência cardíaca máxima e pico de velocidade. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.13, n.4, p.44, 2005b.

CARMINATTI, L. J., LIMA-SILVA, A.E, DE-OLIVEIRA, F. R. Estado de equilíbrio na intensidade do Limiar de Conconi medido em teste incremental intermitente de campo. **Revista de Educação Física**. v.132, p.75, 2005c.

CARMINATTI, L.J. GALLOTTI, F.M., LIMA-SILVA, A.E, DE-OLIVEIRA, F.R. Aptidão aeróbia de esportes intermitentes – evidências de validade concorrente do teste de Carminatti. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.14, n.4, p.65, 2006.

CARMINATTI, L. J., LIMA-SILVA, A.E, NAKAMURA, F. Y., GONCALVES, J. F. F., DE-OLIVEIRA, F. R. Sensibilidade do TCAR aos efeitos do treinamento em jogadores de futebol. **Revista Perfil**. v.8, p.71, 2005.

CARVALHO, M. S., KISS, M.A.P.D.M., DE-OLIVEIRA, F.R. A CT170 estima a velocidade de referência de máximo steady-state de lactato em não-atletas? In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica da EEF-USP**. São Paulo: p.28, 1994.

CAUSARANO, A.; BELA, E., BONIFAZI, M., MARTELLI, B., CARLI, G. Physiological and metabolic evaluation of professional soccer players. **Journal of Sports Science**. v.10, p.154, 1992.

CAVINATO, C. C., LIMA, J. R. P., DE-OLIVEIRA, F. R. Teste de 20 min e “limiar anaeróbio” em jovens jogadores de futebol. In: **Anais do IV Congresso Paulista de Educação Física**. Jundiaí, 2000.

CHENG, B., KUIPERS, H., SNYDER, A.C., KEIZER, H.A., JEUKENDRUP, A., HESSELINK, M. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds. **Journal of Sports Science**. v.13, n.7, p.518-22, 1992.

CHICHARRO, J.L. & ARCE, J.C.L. **Umbral anaeróbio: bases fisiológicas y aplicacion**. Madrid; McGraw-Hill: Interamericana, 1991.

COEN, B., URHAUSEN, A., KINDERMANN, W. Value of the Conconi test for determination of the anaerobic threshold. **Journal of Sports Science**. v.9, p.372, 1988.

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

CONCONI, F., GRAZZI, G., CASONI, I., et al. The Conconi Test: Methodology After 12 years of Application. Int. **Journal of Sports Science**. v.17, n. 7, p.509-519, 1996.

DAL MONTE, A. Exercise testing and ergometers. In: DIRIX, A. KNUTTGEN, TITTEL H.G., K. **The Olympic Book of Journal of Applied Physiology**. Blackwell London. p.121-150, 1989.

DANIELS, J.T., YARBROUGH, R.A., FOSTER, C. Changes in  $VO_2$  máx and running performance with training. **European Journal of Applied Physiology**. v.39, p.249-258, 1978.

DAVIS, J.A. Anaerobic Threshold: review of the concept and directions for future research. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.17, p.6-18, 1985.

DENADAI, B.S., HIGINO, W.P., FARIA, R.A., NASCIMAENTO, E.P., LOPES, E.W. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste *shuttle run* em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.10, n.2, p.71-78, 2002.

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. **Revista Paulista de Medicina**. v.111, n.5, p.33, 1993.

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 3,5 mmol/l a partir de variáveis submáxima em esteira rolante. **Revista Paulista de Educação Física**. v.8, n.2, p.28-35, 1994b.

DE-OLIVEIRA, F.R., CARMINATTI, L.J., ALMEIDA, E.B., GEVAERD, M.S. Pico de velocidade e tempo de sustentação em teste intermitente de campo. **Revista Motriz**. v.11, n.1, p.57, 2005.

DE-OLIVEIRA, F. R., CARMINATTI, L. J., ALMEIDA, E.B., GEVAERD, M.S. Pico de velocidade e tempo de sustentação em teste intermitente de campo. **Revista de Educação Física – Motriz**. v.11, n.1, p.57, 2005.

DE-OLIVEIRA, F.R., GAGLIARDI, J.F.L., KISS M.A.P.D.M. Proposta de referências para a prescrição de treinamento aeróbio e anaeróbio para corredores de média e longa duração. **Revista Paulista de Educação Física**. v.8, n.2, p.68-72, 1994.

DI PRAMPERO, P. E. The anaerobic threshold concept: A critical evaluation. **Adv. Cardiol.** (Karger, Basel.). v.35, p.24-34, 1986.

FARIA, R. A. Validade do limiar anaeróbio individual (IAT) para determinação da máxima fase estável de lactato em jogadores de futebol durante o *shuttle run* test 20m. **Monografia de conclusão de curso de bacharelado em Educação Física**, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro-SP, 2002.

FARREL, P.A., WILMORE, J.H., COYLE, E.F., BILLING, J.E., COSTILL, D.L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.11, n.44, p.338-44, 1979.

FERNANDES, R. & VILAS-BOAS, J.P. Velocidade crítica como critério para estimar a velocidade de treinamento aeróbio em nadadores juvenis. n.5, p.81-9, 2000.

FINARDI, D. W., CAMBRI, L. T., GEVAERD, M. S., DE-OLIVEIRA, F. R. Evidências de validade da utilização da FC para identificação do limiar de transição fisiológica através do método Dmáx em corredores de alto nível. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Biodinâmica.** p.46, 2006.

FÖHRENBACH, R., MADER, A., HOLLMANN, W. Determination of endurance capacity and prediction of intensities for training and competition in marathon runners. **Int. Journal of Sports Science.** v.8, n.1, p.11-18, 1987.

FOSTER, C., CROWE, M.P., HOLUM, D., SANDVIG, S., SCHRAGER, M., SNYDER, A.C., ZAJAKOWSKI, S. The bloodless lactate profile. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.27, n.6, p.927-33, 1995.

FRACIS, K.T., McCLATCHEY, P.R., SUMSION, J.R., HANSEN, D.E. The relationship between anaerobic threshold and heart rate linearity during cycle ergometry. **European Journal of Applied Physiology.** v.59, p.273-77, 1989.

GAESSER, G. A., CARNEVALE, T.J., GARFINKEL, A., WALTER, D.O., WOMACK, C.J. Estimation of critical power with nonlinear and linear models. **Medicine and Science in Sports and Exercise.** v.27. p.1430-38, 1995.

GEYSEMEYER, U. & RIECKERT, H. Field-Step Tests in Running for a Sports Discipline-Related Diagnosis of Endurance Power **Int. Journal of Sports Science.** v. 8, n.2, p.132, 1987.

GLADDEN, L.B. The role of skeletal muscle in lactate exchange during exercise: introduction. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.32, p.753-55, 2000.

HECK, H. Curso de diagnóstico Médico da Performance. ESEF-UFRGS; Porto Alegre, Outubro, 1990b.

HECK, H. Energiestoffwechsel und Medizinische Leitungsdiagnostik. Studiebrieft 8, 1990a.

HECK, H., MADER, A., HESS, G. MUCKE, S., MULLER, R., HOLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. Int. **Journal of Sports Science**. v.6, p.117-30, 1985.

HECK, H., REINHARDS, G., MADER, A., HOLLMANN, W. Maximal lactate steady state and anaerobic threshold in children. Int. **Journal of Sports Science**. v.8, p.141, 1987.

HOFMANN, P., BUNC, V., LEITNER, H., POKAN, R., GAISL, G. Heart rate threshold related to lactate turn point and steady-state exercise on a cycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology**. v. 69, p.132-39, 1994.

HOFMANN, P., POKAN, R., VON DUVILLARD, S. P., SCHMID, P. The Conconi test Letter to the Editor Int. **Journal of Sports Science**. v.17, p.509-519, 1996.

HOFMANN, P., POKAN, R., VON DUVILLARD, S.P., SEIBERT, F. J., ZWEIKER, R., SCHMID P. Heart rate performance curve during incremental cycle ergometer exercise in young male subjects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.29, (in press), 1997.

HOLLMANN, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to (1966) Int. **Journal of Sports Science**. n.6, p.109-16, 1985.

HOLLMANN, W. The Anaerobic Threshold as a Tool in Medicine. Advances In Ergometer Bachl N. graham T.E., Löllgen H. Springer-Verlag, Berlin, 1991.

JACOB, E., BERLIS, M., HUBER, G., GLITTENBERG, K., KEUL, J. Determining the anaerobic threshold by means of the Conconi test in laboratory and field experiments Int. **Journal of Sports Science**. v.8, p.133 (Abs), 1987.

JEUKENDRUP, A.E., HESSELINK, M.K.C., KUIPERS, H., KEIZER, H.A. The Conconi Test International. **Journal of Sports Medicine**. v18, p.393-94, 1997.

JONES, A.M. & DOUST, J.H. Lack of reliability in Conconi's heart rate deflection point Int. **Journal of Sports Science**. v.16, n.8, p.541-44, 1995.

JONES, N.L., EHRSAM, R.E. The anaerobic threshold. *Exerc. SP. Sci. Rev.* v.10, p.49-83, 1982.

JÜRIMÄE, T., MATLEP, M., TAMMIK, K. The measurement of heart rate threshold in indoor conditions. **Coaching and Sport Science Journal**. v.2, n.1, p.17-19, 1997.

KARA, M., GÖKBEL, H., BEDIZ, C., ERGENE, N., UÇOK, K., UYSAL, H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.36, n.1, p.31-4, 1996.

KARLSSON, J. & JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation during muscular exercise as a threshold concept. I. Theoretical considerations. Int. **Journal of Sports Science**. v.3, n.4, p.190-201, 1982.

KIPKE, L. Sport Medical Diagnostics by Applying the Lactate-Test. **9<sup>th</sup> FINA International Aquatic Congress**. Rio de Janeiro, 1991.

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. **Revista Paulista Educação Física**. v.9, n.1, p.16-25, 1995.

KLISSOURAS, V. Hereditability of adaptive variation. **Journal of Applied Physiology**. v.31, n.3, p.338-44, 1971.

KOYAL, S.N. Limiar anaeróbio: revisão do atual conceito e troca láctica durante exercício. (1994) Condicionamento físico do atleta ao transportado. Col. Saulies APM. p.13-29, 1994.

KUIPERS, H., VERSTAPPEN, F.T.J., KEIZER, H.A., GEURTEN, P., VanKRANENBURG, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. Int. **Journal of Sports Science**. v.6, n.4, p.197-201, 1985.



LAPORTE, T. Cardio-Fréquencemètre et sport d'endurance: son intérêt, ses limites. *Revue de L'AEFA*. v.148, p.44-6, 1997.

LÉGER, L. & TOKMAKIDIS, S. Use of the heart rate deflection point to assess the anaerobic threshold. *Journal of Applied Physiology*. v.64, p.1758-59, 1988.

LÉGER, L. & BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the université de Montreal track test. *Can. J. Appl. Sport Sci.* v.5, p.277-84, 1980.

LÉGER, L. & LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $VO_2$  máx. *European journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. v.49, p.1-12, 1982.

LIMA, J.R.P., KISS, M.A.P.D.M. Freqüência Cardíaca em Teste de Conconi. In: **Anais do Congresso de Iniciação Científica**; 3.ed. Simpósio de Pós Graduação. São Paulo, EEDEUSP. p.85, 1996.

LIMA, J.R.P., UGRINOWITSCH, C., KISS, M.A.P.D.M. Teste de Conconi com corrida intermitente In: **Momentun – Congresso Brasileiro sobre Qualidade na Educação Física e no Esporte**, Curitiba / Tema livre apresentado oralmente, 1996.

LOAT, C.E. & RHODES, E.C. Relationship between the lactate and ventilatory threshold during prolonged exercise. *Journal of Applied Physiology*. v15, n.2, p.104-115, 1993.

LOHMAN, T.G. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: a review. *Human Biology*. v.53, n.2, p.181-225, 1981.

LUCÍA, A., HOYOS, J., CHICHARRO, J.L. Physiology of professional road cycling. *Journal of Applied Physiology*. v.31, n.5, p.325-37, 2001.

MADER, A. & HECK, H. A theory of the metabolic origin of "anaerobic threshold". *Int. Journal of Sports Science*. 7suppl. 45-65, 1986.

MADER, A., MADSEN, O., HOLLMANN, W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post exercise lactic acid concentration of ear capillary blood in middle distance swimmers and runners. *Exerc. Physiol*. v.4, p.187, 1978.

MADER, A. Evaluation of the endurance performance of marathon runners and theoretical analysis of test results. **Journal of Sports Science and Physiology Fitness**. v.31, n.1, p.1-19, 1991.

MARTIN, B.W., JIMMY, G., MARTI, B. [Promotion of exercise among the physically inactive: a challenge also in Switzerland]. 1:Ther Umsch Apr. v.58, n.4, p.196-201, 2001.

McLELLAN, T. M. The anaerobic threshold: concept and controversy. **Austral Science Medicine Sports**. v.19, n.2, p.3-8, 1987.

NICHOLSON, R. M., SLEIVERT, G. G. Indices of lactate threshold their relationship with 10-Km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.33, n.2, p.339-42, 2001.

NOAKES, T.D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: a contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.20, n.4, p.319-30, 1988.

OLBRECHT, J., MADSEN, O., MADER, A., LIESEN, H., HOLLMANN, W. Relationship between swimming velocity and lactic concentration during continuous and intermittent training exercises. Int. **Journal of Sports Science**. v.6, n.2, p.74-77, 1985.

PIASECKI, F., CAMBRI, L.T., CARMINATTI, L.J., DE-OLIVEIRA, F.R., GEVAERD, M.S. Métodos de identificação de limiar de lactato em teste incremental intermitente com pausas em jogadores de futebol. **Revista Perfil**. v.8, n.7, p.65, 2005a.

PIASECKI, F., CAMBRI, L.T., GEVAERD, M.S., SUSO, J.M., DE-OLIVEIRA, F.R. Aplicação do método D<sub>max</sub> no teste de Léger-Boucher em corredores de fundo e meio fundo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.13, n.4, p.123, 2005b.

PIOVEZANA, P.S., CARMINATTI, L. J., DE-OLIVEIRA, F. R. Reprodutibilidade de variáveis do teste intermitente de Carminatti. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**. v.3, n.1, p.131, 2004.

POKAN, R., HOFMANN, P., PREIDLER, K., DUESLAG, J., EBER, B., SCHWABERGER, G., FUGER, G., KLEIN, W. Correlation between inflection of heart rate/work performance curve and myocardial. Int. **European Journal of Applied Physiology**. v.67, p. 220- 24, 1993.

POWER, S.K., HOWLEY, E T., COXX R. Blood lactate concentrations during submaximal work under different environmental conditions. **Journal of Sports Science**. v.25, p.84-9, 1985.

RIBEIRO, J.P. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. Aspectos fisiológicos e metodológicos. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**. v.64, n.2, p.171-181, 1995.

RIBEIRO, J. P., FIELDING, R.A., HUGHES, V., BLACK, A., BOCHESI, M.A., KNUTTGEN, H.G. Heart rate break point may coincide with the anaerobic threshold and not the aerobic threshold. Int. **Journal of Sports Science**. v.6, p.220-24, 1985.

RIBEIRO, D.G., CARMINATTI, L.J., LIMA-SILVA, A.E, DE-OLIVEIRA, F.R. Estimativa da velocidade com [La] de 4mmol (-1) a partir de teste incremental intermitente com pausa. Edição Especial - **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. p.62, 2004.

RIEU, M. Lactatémie et exercice musculaire. Signification et nanalyse critique du concept de "seuil aérobie-anaérobie". **Sci. Sports**. v.1, p.1-23, 1986.

SCHMID, A., HUONKER, M., ARAMENDI, J.F., KLÜPPEL, E., BARTUREN, M., GRATHWOHL, D. Heart rate deflection compared to 4 mmol l<sup>-1</sup> lactate threshold during incremental exercise and to lactate during steady-state exercise on an arm-cracking ergometer in paraplegic athletes. **European Journal of Applied Physiology**. v.78, p.177-82, 1998.

SIMÕES, H.G., CAMPBELL, C. S. G., KOKUBUN, E. A influência do limiar anaeróbico na prova de 3.000m e na produção de lactato em teste de 300m. In: **IV Simpósio Paulista de Educação Física**. Anais; Rio Claro: p.76, 1993.

SIMÕES, H.G. Comparação entre protocolos de determinação do limiar anaeróbico em testes de pista para corredores. Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 1997.

SJÖDIN, B. & JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. Int. **Journal of Sports Science**. v.2, n.1, p.23-6, 1981.

SKINNER, J.S., McLELLAN, T.H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Res. Quart. Exerc. Sport**. v.51, n.1, p.234-48, 1980.

SNYDER, A.C., FOSTER, C., WOULFE, T.J. Prediction of maximal lactate steady-state. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.21, n.2, suppl.: s22, 1989.

SNYDER, A.C., WOULFE, T., WALSH, R., FOSTER, C., WOULFE, T. J. A Simplified approach to estimating the maximal lactate steady state. Int. **Journal of Sports Science**. v.15, p.27-31, 1994.

SOARES, J.M.C. **Physical and physiological testing**. Conferência apresentada ao IV World Symposium of Journal of Applied Physiologyicine Applied to Volleyball, 11-13 Dezembro, Porto, Portugal (não publicado), 1998.

SOARES, J.M.C., NATAL, A., DUARTE, J. Sobre-treino. Caracterização, prevenção e tratamento. **Treino Desportivo**. v.2, p.39-47, 1998.

STAINSBY, W.N. & BROOKS, G.A. Control of lactic acid metabolism in contracting muscles and during exercise. **Exerc. Sports Sci. Rev.** v.18, p.29-63, 1990.

STEGMANN, H., KINDERMANN, W., SCHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. Int. **Journal of Sports Science**. v.2, p.165, 1981.

STEGMANN, H. e KINDERMANN, W. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and fixed blood lactate of 4 mmol/l. Int. **Journal of Sports Science**. v.3, n.2, p.105-10, 1982.

SUMSION, J. R., HANSEN, D. E., FRANCIS, K. T. The relationship between anaerobic threshold and heart rate linearity during arm crank exercise. Int. **Journal of Sports Science**. v.3, p.51-56, 1989.

SWENSEN, T.C., HARNISH, C.R., BEITMAN, L., KELLER, B.A. Noninvasive estimation of the maximal lactate steady state in trained cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.31, n.5, p.742-46, 1999.

TEGTBUR, U., BUSSE, W., BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.25, n.5, p.620-27, 1993.

THOMAS. J. R. & NELSON, J. K. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. 3 ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2002.

TOKMAKIDIS, S.P., LÉGER, L.A., PILIANIDIS, T.C. Failure to obtain a unique threshold on the blood lactate concentration curve during exercise. **European Journal of Applied Physiology**. v.77, p.333-42, 1998.

TOKMAKIDIS, S.P. & LÉGER, L. Comparison of mathematically determined blood lactate and heart rate "threshold" points and relationship with performance. **European Journal of Applied Physiology**. v.64, p.309-17, 1992.

TOKMAKIDIS, S.P. & LÉGER, L. Could the fixed blood lactate points represent the threshold and correlate well with performance? **Coaching and Sport Science Journal**. v.2, p.219-24, 1995.

THORLAND, W., PODOLIN, D. W., MAZZEO, R. S. Coincidence of lactate threshold and HR-power output threshold under varied nutritional states. **Journal of Sports Medicine**. v.15, n.6, p. 301-04, 1994.

URHAUSEN, A., COEN, B., WEILLER, B., KINDERMANN, W., (1993). Individual anaerobic threshold and maximum lactate steady state. **Int. Journal of Sports Science**. v.14, n.3, p.134-39, 1993.

WALSH, M.L. e BANISTER, E.W. Possible mechanisms of the anaerobic threshold. A review. **Journal of Applied Physiology**. v.5, n.3, p.269-302, 1988.

WONISCH, M., HOFMANN, P., SCHWABERGER, G., VON DUVILLARD, S.P., KLEIN, W. Validation of a field test for the non-invasive determination of badminton specific aerobic performance. **British Journal of Sports Science**. v.37, p.115-18, 2003.

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

WASSERMAN, K. & McILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in patients during exercise. **Am. J. Cardiol**. v.14, p.844-52, 1964.

WASSERMAN, K., WHIPP, B.J., KOYAL, S.N. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**. v.35, p. 236-43, 1973.

WEISS, M., BOUWS, WEICKER, H. Comparison between the 30-minutes-test and 300m-step-test according to Simon in the national swimming team Int. **Journal of Sports Medicine**. v.9, n.5, p.379, 1988.

WELTMAN, A., SNEAD, D., STEIN, P., SEIP, R., SCHURRER, R., RUTT, R., WELTMAN, J. Reliability and validity of a continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and  $VO_2$  max. Int. **Journal of Sports Science**. v.11, n.1, p.26-32, 1990.

WELTMAN, J., SEIP, R., LEVINE, S., SNEAD, D., ROGOL, A., WELTMAN, A. Prediction of lactate threshold and fixed blood lactate concentrations from 3200m time trial running performance in untrained females. Int. **Journal of Sports Science**. v.10, n.3, p.207-11, 1989.

WELTMANN, A. The blood lactate response to exercise. **Champaign, Human Kinetics**, 1995.

YEH, M.P., GARNER, R.M., ADAMS, T.D., YANOWITZ, F.G., CRAPO, R.O. "Anaerobic Threshold": problems of determination and validation. **European Journal of Applied Physiology**. v.55, p.1178-1186, 1983.

ZALESSKY, M. Control bioquímico del entrenamiento de la resistencia. **Stadium**. v.19, n.110, p.23-7, 1985.

## **8.0 ANEXOS**

**Anexo 1** - Dados individuais (média  $\pm$  dp) da VMSSL, VDMáx, VPDv, VDMáx<sub>pred</sub> e V4<sub>pred</sub>:

<b>Sujeitos</b> <b>(n=8)</b>	<b>VMSSL</b> <b>Km·h<sup>-1</sup></b>	<b>VDMáx</b> <b>Km·h<sup>-1</sup></b>	<b>VPDv</b> <b>Km·h<sup>-1</sup></b>	<b>VDMáx<sub>pred</sub></b> <b>Km·h<sup>-1</sup></b>	<b>V4<sub>pred</sub></b> <b>Km·h<sup>-1</sup></b>
1	15,6	15,0	15,0	14,2	13,9
2	13,2	12,6	15,0	13,6	14,0
3	13,2	12,6	13,8	12,5	13,6
4	12,0	12,0	12,6	12,5	13,7
5	12,0	12,0	12,0	12,5	13,5
6	12,0	11,4	12,6	12,1	13,4
7	12,0	11,4	11,4	11,6	12,2
8	10,2	10,2	11,4	10,1	11,9
média	12,5	12,2	13,0	12,4	13,3
$\pm$ dp	1,6	1,4	1,5	1,2	0,8

**Anexo 2** – Dados individuais (média  $\pm$  dp) da [La] na VMSSL, FCMSSL, FCDmáx , FCPDv e FCDmáx<sub>pred</sub>:

<b>Sujeitos</b> <b>(n=8)</b>	<b>[La]</b> <b>mmol·l<sup>-1</sup></b>	<b>FCMSSL</b> <b>bpm</b>	<b>FCDmáx</b> <b>bpm</b>	<b>FCPDv</b> <b>bpm</b>	<b>FCDmáx<sub>pred</sub></b> <b>bpm</b>
1	4,86	182	184	185	178
2	2,87	186	190	205	193
3	6,49	178	164	174	170
4	1,40	178	170	179	187
5	3,07	177	172	174	180
6	3,99	185	182	195	191
7	6,70	189	188	190	184
8	4,42	181	171	185	178
média	4,23	182	178	186	183
$\pm$ dp	1,81	4	10	11	8



**Anexo 3** – Valores de média  $\pm$  dp, mínimo e máximo de [La], após 5 min de aquec. e após cada uma das 4 séries de 8 min obtidos em teste de carga constante na velocidade correspondente ao MSSL:

Variáveis (n = 8)	Média $\pm$ dp	Mínimo	Máximo
aquecimento			
[La] – após 5 min ( mmol·l <sup>-1</sup> )	1,05 $\pm$ 0,27	0,62	1,35
[La] – após 8 min ( mmol·l <sup>-1</sup> )	4,20 $\pm$ 2,02	1,67	7,82
[La] – após 16 min ( mmol·l <sup>-1</sup> )	4,25 $\pm$ 1,96	1,28	7,13
[La] – após 24 min ( mmol·l <sup>-1</sup> )	4,15 $\pm$ 1,78	1,24	6,33
[La] – após 32 min ( mmol·l <sup>-1</sup> )	4,29 $\pm$ 1,67	1,41	6,60

**Anexo 4** – Valores de média  $\pm$  dp, mínimo e máximo de FC, após 5 min de aquecimento e após cada uma das 4 séries de 8 min, obtidos em teste de carga constante na velocidade correspondente a VMSSL:

Variáveis (n = 8)	Média $\pm$ dp	Mínimo	Máximo
aquecimento			
FC – após 5 min (bpm)	141 $\pm$ 6	130	147
FC – após 8 min (bpm)	178 $\pm$ 6	172	190
FC – após 16 min (bpm)	182 $\pm$ 6	173	189
FC – após 24 min (bpm)	183 $\pm$ 5	177	188
FC – após 32 min (bpm)	186 $\pm$ 3	181	190

**Anexo 5 - Parecer do comitê de ética e pesquisa (nº 146/2005)**

**UDESC**  
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓSGRADUAÇÃO-PROPPG  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS - CEP



Florianópolis, 20 de janeiro de 2006

Nº. de Referência 146/05

Aos Pesquisadores Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira e prof. Lorival José Carminatti

Prezados Senhores,

Analisamos o projeto de pesquisa intitulado "*Associação entre máximo steady-state de lactato e ponto de deflexão da frequência cardíaca em teste progressivo intermitente de campo*" enviado previamente por V. S.<sup>a</sup>. Desta forma, vimos por meio desta, comunicar que o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos tem como resultado a **aprovação** do referido projeto.

Este Comitê de Ética em Pesquisa segue as Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos – Resolução CNS 196/96, criado para defender os interesses dos sujeitos da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Gostaria de salientar que quaisquer alterações do procedimento e metodologia que houver durante a realização do projeto em questão e, que envolva os indivíduos participantes, deverão ser informadas imediatamente ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos.

Duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido deverão ser assinadas pelo indivíduo pesquisado ou seu representante legal. Uma cópia deverá ser entregue ao indivíduo pesquisado e a outra deverá ser mantida pelos pesquisadores por um período de até cinco anos, sob sigilo.

Atenciosamente,

Rudney da Silva  
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UDESC

## Anexo 6 – Termo de consentimento informado



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFID  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Associação entre máximo *steady-state* de lactato e ponto de deflexão da frequência cardíaca em teste incremental intermitente de campo

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: **Associação entre máximo *steady-state* de lactato e ponto de deflexão da frequência cardíaca em teste incremental intermitente de campo**, a ser realizada junto ao Laboratório de Pesquisa Morfo-funcional (LAPEM), vinculado ao Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Com sua adesão ao estudo, você terá que ficar disponível para a pesquisa em 4 sessões, todas no CEFID/UDESC, com duração de aproximadamente 90 minutos. Na primeira sessão, no LAPEM, um avaliador preencherá uma ficha com seus dados pessoais, logo após você será submetido a avaliação antropométrica, na qual serão realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Em seguida, será aplicado no campo de grama do CEFID, o teste incremental máximo, intermitente com pausas (TCAR), que consiste em corrida intermitente de multi-estágios de 90 segundos de duração (5 x 12 segundos correndo em sistema de "vaievem", intercalados por pausas de 6 segundos caminhando). O incremento de velocidade será de 0,6 km/h a cada 90 segundos até a exaustão voluntária, sendo que o ritmo será controlado por sinais sonoros (bips). Neste teste apenas a frequência cardíaca (FC) será monitorada através de um cárdio-frequencímetro de pulso (relógio polar). Nas demais sessões, em dias diferentes e sempre intercaladas no mínimo por 48 horas, serão realizados testes em velocidades constantes, em intensidades submáximas programadas de acordo com o resultado individual no TCAR, compreendendo aquecimento de 10 minutos e mais 4 séries de 8 minutos de corrida (mesmo sistema do TCAR) com pausa de 1 minuto para verificar FC, percepção subjetiva de esforço (escala CR10 de Borg) e coletar amostras de 25 microlitros de sangue obtido do lóbulo da orelha para análise das concentrações sanguíneas de lactato.

Para participar deste estudo, você deve ser portador de atestado médico que comprove a sua aptidão para realizar exercícios físicos de alta intensidade. Da mesma forma, deve estar ciente que poderá apresentar náuseas e vômito decorrentes do esforço na realização dos testes. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante este tipo de teste (*American College of Journal of Applied Physiology*).

A sua identidade será preservada, pois cada sujeito da amostra será identificado por um número. Se houver necessidade de tirar fotos ou filmar algum procedimento do estudo, serão utilizados recursos pertinentes à ocultação da identidade dos sujeitos envolvidos.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você estará contribuindo de forma única para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas, bem como, tomará conhecimento de sua composição corporal e zonas de transição metabólica norteadoras do treinamento físico, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

As pessoas que estarão lhe acompanhando serão os professores Lorival José Carminatti, Fernanda Piasecki, Luciele Cambri, Vitor Pereira Costa, Adriano Eduardo Lima Silva, alguns bolsistas colaboradores, bem como o Prof. responsável Dr. Fernando Roberto de Oliveira.

Salientamos ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua participação e colaboração.

**PESSOAS PARA CONTATO:**

Prof. Lorival José Carminatti - e-mail: [d2ljc@udesc.br](mailto:d2ljc@udesc.br)

Prof. Dr. Fernando Roberto de Oliveira - e-mail: [deoliveirafr@hotmail.com](mailto:deoliveirafr@hotmail.com)

LAPEM / CEFID / UDESC: Rua Pascoal Simone, 358 (48) 3244-2324 Ramal: 241

**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Florianópolis, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ .

**Anexo 7 - Ficha de avaliação 1 – antropometria e teste retangular**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo:(M) (F)

Idade: \_\_\_\_ anos Nasc.: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Modalidade: \_\_\_\_\_

Posição / função: \_\_\_\_\_ Nível: ( ) Reg. ( ) Est. ( ) Nac.

Anos de Treinamento: \_\_\_\_ Nº vezes / semana: \_\_\_\_ Duração média: \_\_\_\_ min

Peso corporal: _____ kg	Estatura: _____ cm
-------------------------	--------------------

Subescapular	Tríceps	Suprailiaca Anterior	Abdominal
_____ mm	_____ mm	_____ mm	_____ mm
_____ mm	_____ mm	_____ mm	_____ mm
_____ mm	_____ mm	_____ mm	_____ mm
X = _____ mm	X = _____ mm	X = _____ mm	X = _____ mm

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_ hs Temp.: \_\_\_\_\_ ° C URA: \_\_\_\_\_ % Polar nº : \_\_\_\_\_

**TESTE INCREMENTAL INTERMITENTE - TCAR (Carminatti *et al.*, 2004)**

PVcor (km/h)	FCmáx. (bpm)	PdFC (bpm)	PdFC % FCmáx.	VPdFC (km/h)	VPdFC % PV
FCDmáx pred. (bpm)	VDmáx pred. (Km/h)	FCDmáx (bpm)	FCDmáx % FCmáx.	VDmáx (km/h)	VDmáx % PV

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_ hs Temp.: \_\_\_\_ ° C URA: \_\_\_\_ % Polar nº : \_\_\_\_\_

**TESTE DE VELOCIDADE CONSTANTE (4 X 8' / 1' de pausa - sistema TCAR)**

Ordem _____	Veloc. km/h	Cones Dist.(m)	Início min. = _____	Reinício min	FC bpm	PSE CR10	[La] mMol/l	
<b>Aquec. 5 min 60% PV</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
100% <b>VDmáx</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
Avaliador			FC 5' aquec	[La] após 5' aquec.	Média	FC	PSE	[La]

**Anexo 8 - Ficha de avaliação 2 – continuação do teste retangular**

Nome: \_\_\_\_\_ Sexo: (M) (F)

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Hora: \_\_\_ hs Temp.: \_\_\_ ° C URA: \_\_\_ % Polar nº : \_\_\_

**TESTE DE VELOCIDADE CONSTANTE (4 X 8' / 1' de pausa - sistema TCAR)**

Ordem —	Veloc. km/h	Cones Dist.(m)	Início min. = ____		Reinício min	FC bpm	PSE CR10	[La] mmol/l
<b>Aquec. 5 min 60% PV</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
____ % <b>VDmáx</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
Avaliador			FC 5' aquec	[La] após 5' aquec.	Média	FC	PSE	[La]

Observações: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Hora: \_\_\_ hs Temp.: \_\_\_ ° C URA: \_\_\_ % Polar nº : \_\_\_

**TESTE DE VELOCIDADE CONSTANTE (4 X 8' / 1' de pausa - sistema TCAR)**

Ordem —	Veloc. km/h	Cones Dist.(m)	Início min. = ____		Reinício min	FC bpm	PSE CR10	[La] mmol/l
<b>Aquec. 5 min 60% PV</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
____ % <b>VDmáx</b>			<b>Coleta min.</b>					
			<b>Coleta min.</b>					
Avaliador			FC 5' aquec	[La] após 5' aquec.	Média	FC	PSE	[La]

Observações: \_\_\_\_\_

**Anexo 9 - Ficha de avaliação 3 – controle de voltas e FC durante a execução do TCAR.**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_ anos Bateria Nº : \_\_\_\_\_ Polar Nº: \_\_\_\_\_

TCAR - 2 voltas e pausa de 6" (Carminatti et al, 2004) Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ Local: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_ : \_\_\_ T = \_\_\_ °C URA: \_\_\_ %

Estágio / distância	Veloc. (km/h)	Voltas "ida-e-volta"	Pausa 6"	Voltas "ida-e-volta"	Pausa 6"	Voltas "ida-e-volta"	Pausa 6"	Voltas "ida-e-volta"	Pausa 6"	Voltas "ida-e-volta"	Pausa 6"	(bpm)
1 / 15 m	<b>9.0</b>	(1) (2) <b>8.5</b>	x	(4) (5) <b>8.6</b>	x	(7) (8) <b>8.8</b>	x	(10) (11) <b>8.9</b>	x	(13) (14) <b>9.0</b>	FC =	
2 / 16 m	<b>9.6</b>	(1) (2) <b>9.1</b>	x	(4) (5) <b>9.2</b>	x	(7) (8) <b>9.4</b>	x	(10) (11) <b>9.5</b>	x	(13) (14) <b>9.6</b>	FC =	
3 / 17 m	<b>10.2</b>	(1) (2) <b>9.7</b>	x	(4) (5) <b>9.8</b>	x	(7) (8) <b>10.0</b>	x	(10) (11) <b>10.1</b>	x	(13) (14) <b>10.2</b>	FC =	
4 / 18 m	<b>10.8</b>	(1) (2) <b>10.3</b>	x	(4) (5) <b>10.4</b>	x	(7) (8) <b>10.6</b>	x	(10) (11) <b>10.7</b>	x	(13) (14) <b>10.8</b>	FC =	
5 / 19 m	<b>11.4</b>	(1) (2) <b>10.9</b>	x	(4) (5) <b>11.0</b>	x	(7) (8) <b>11.2</b>	x	(10) (11) <b>11.3</b>	x	(13) (14) <b>11.4</b>	FC =	
6 / 20 m	<b>12.0</b>	(1) (2) <b>11.5</b>	x	(4) (5) <b>11.6</b>	x	(7) (8) <b>11.8</b>	x	(10) (11) <b>11.9</b>	x	(13) (14) <b>12.0</b>	FC =	
7 / 21 m	<b>12.6</b>	(1) (2) <b>12.1</b>	x	(4) (5) <b>12.2</b>	x	(7) (8) <b>12.4</b>	x	(10) (11) <b>12.5</b>	x	(13) (14) <b>12.6</b>	FC =	
8 / 22 m	<b>13.2</b>	(1) (2) <b>12.7</b>	x	(4) (5) <b>12.8</b>	x	(7) (8) <b>13.0</b>	x	(10) (11) <b>13.1</b>	x	(13) (14) <b>13.2</b>	FC =	
9 / 23 m	<b>13.8</b>	(1) (2) <b>13.3</b>	x	(4) (5) <b>13.4</b>	x	(7) (8) <b>13.6</b>	x	(10) (11) <b>13.7</b>	x	(13) (14) <b>13.8</b>	FC =	
10 / 24 m	<b>14.4</b>	(1) (2) <b>13.9</b>	x	(4) (5) <b>14.0</b>	x	(7) (8) <b>14.2</b>	x	(10) (11) <b>14.3</b>	x	(13) (14) <b>14.4</b>	FC =	
11 / 25 m	<b>15.0</b>	(1) (2) <b>14.5</b>	x	(4) (5) <b>14.6</b>	x	(7) (8) <b>14.8</b>	x	(10) (11) <b>14.9</b>	x	(13) (14) <b>15.0</b>	FC =	
12 / 26 m	<b>15.6</b>	(1) (2) <b>15.1</b>	x	(4) (5) <b>15.2</b>	x	(7) (8) <b>15.4</b>	x	(10) (11) <b>15.5</b>	x	(13) (14) <b>15.6</b>	FC =	
13 / 27 m	<b>16.2</b>	(1) (2) <b>15.7</b>	x	(4) (5) <b>15.8</b>	x	(7) (8) <b>16.0</b>	x	(10) (11) <b>16.1</b>	x	(13) (14) <b>16.2</b>	FC =	
14 / 28 m	<b>16.8</b>	(1) (2) <b>16.3</b>	x	(4) (5) <b>16.4</b>	x	(7) (8) <b>16.6</b>	x	(10) (11) <b>16.7</b>	x	(13) (14) <b>16.8</b>	FC =	
15 / 29 m	<b>17.4</b>	(1) (2) <b>16.9</b>	x	(4) (5) <b>17.0</b>	x	(7) (8) <b>17.2</b>	x	(10) (11) <b>17.3</b>	x	(13) (14) <b>17.4</b>	FC =	
16 / 30 m	<b>18.0</b>	(1) (2) <b>17.5</b>	x	(4) (5) <b>17.6</b>	x	(7) (8) <b>17.8</b>	x	(10) (11) <b>17.9</b>	x	(13) (14) <b>18.0</b>	FC =	
17 / 31 m	<b>18.6</b>	(1) (2) <b>18.1</b>	x	(4) (5) <b>18.2</b>	x	(7) (8) <b>18.4</b>	x	(10) (11) <b>18.5</b>	x	(13) (14) <b>18.6</b>	FC =	
<b>Estágio: volta =</b>		<b>Pico Vel. (km/h) =</b>			<b>FC máx. (bpm) =</b>			<b>Nome do Avaliador =</b>				

## **Anexo 10 - Teste incremental de corrida intermitente em sistema de “ida-e-volta” TCAR (Carminatti *et al.*, 2004)**

### 1.0 Caracterização do Protocolo:

Teste incremental máximo para identificar uma variável de referência de potência aeróbia ( $\approx$  velocidade máxima aeróbia), através do pico de velocidade no teste, bem como, de variáveis de referência de capacidade aeróbia, através dos LAn derivados do teste ( $PDv$ ,  $Dmáx$ ,  $Dmáx_{pred}$  e  $V4_{pred}$ ).

### 2.0 Procedimentos adotados na aplicação TCAR:

#### 2.1 Material necessário:

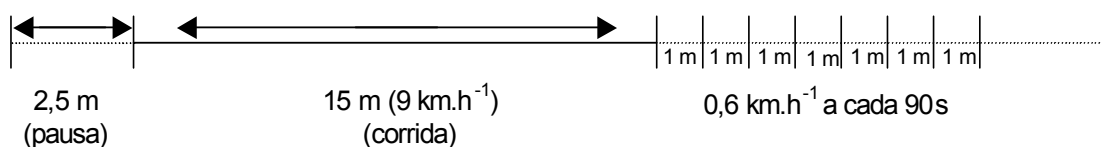
- Área plana (piso não escorregadio) com mínimo de 40 m de comprimento (quadra de esportes ou campo de grama), que permita demarcar duas linhas paralelas (usar cones), distantes 15m entre si (1º estágio), com 3 m de área livre de obstáculos antes da linha inicial e pelo menos 20 m após a linha de 15 m (1º estágio);
- Trena de 50m para demarcar a distância das linhas (cones). Recomenda-se fixar a trena no solo, bem estendida numa das laterais do percurso destinado ao teste, para orientação da distância inicial (15 m) e aumentos sistemáticos de 1 m no decorrer do teste;
- Seis cones para demarcar as distâncias: dois cones colocados a 2,5 m antes da linha de saída (área destinada a caminhada de recuperação), dois cones na linha de saída (pode ser aproveitado uma linha já existente na quadra e/ou campo) e dois cones na linha de retorno. Os cones de retorno, podem ser interligados por uma corda (de preferência branca) fixada na base dos mesmos, com objetivo de sinalizar no solo a linha de referência visual para os avaliados efetuarem o retorno);



- O uso de linhas de sinalização no solo, além das referências proporcionadas pelos cones, auxilia no controle do ritmo e padronização do teste, tanto para os avaliados como para os avaliadores;
- Aparelho de som com potência adequada para o local do teste;
- CD *player* com o protocolo do teste gravado;

## 2.2 Descrição do teste:

- O teste inicia com os sujeitos correndo lentamente e termina numa velocidade de corrida rápida, num sistema de “ida-e-volta” em distâncias variáveis (15m até 35m);
- O teste é do tipo intermitente escalonado, com multi-estágios de 90 segundos de duração, constituídos por 5 repetições de 12 segundos de corrida intercaladas por pausas de 6 segundos de caminhada ( $\pm 5$  m). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip) em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas dos cones;
- Os avaliados devem tocar na linha oposta com pelo menos um dos pés simultaneamente ao sinal sonoro (bip), não devendo sair antes do bip nem depois, ou seja, o ritmo do protocolo deve ser respeitado rigorosamente;
- O teste inicia com 9,0 km/h (2 x 15 m) sendo incrementado 0,6 km/h a cada estágio de 90 segundos, mediante aumento de 1 m na distância entre os cones (figura 1). Esse aumento é realizado sempre após a locução da volta 14 de cada estágio, por 1 ou 2 colaborador(es) designado(s) para tal procedimento. Os avaliados devem receber a orientação que, após a locução da volta 14 recomeça uma nova contagem de voltas (novo estágio) e, desta forma, essa referência servirá para orientá-los para que aumentem um pouco a velocidade de corrida (0,6 km/h);



**Figura 1** – Visualização do esquema do teste intermitente TCAR

- Sendo o TCAR um teste máximo, cada avaliado deve ser orientado a acompanhar o protocolo até atingir a máxima exaustão voluntária. O teste é dado como encerrado quando o avaliado parar voluntariamente ou quando o avaliador identificar que o mesmo não consegue por duas vezes consecutivas (ida e volta), ultrapassar com um dos pés as linhas demarcadas no momento do bip, considerando-se atraso efetivo, quando esse atraso for maior que 2 metros ( $\pm$ ) em relação a linha de referência. No entanto, se houver um atraso em uma das extremidades, o sujeito deve ser advertido verbalmente pelo avaliador e, caso ele consiga recuperar-se imediatamente no próximo deslocamento, o teste prossegue normalmente;
- É recomendável, quando possível, que para cada avaliado tenha uma pessoa responsável e munida de uma ficha do protocolo, para anotar o estágio e o número da volta que o mesmo parou ou tenha atingido o critério de teste encerrado (ficha para controle do teste ver anexo 9);
- O pico de velocidade (PV) será corrigido (PV<sub>cor</sub>) sempre que o avaliado encerrar o teste antes de completar qualquer um dos estágios do protocolo, adotando-se a referência de PV<sub>cor</sub> indicada na ficha, de acordo com o estágio e última volta percorrida no teste, respectivamente;
- Os indicadores de capacidade aeróbia podem ser obtidos a partir do PDFC pela técnica de inspeção visual ou método D<sub>máx</sub>, sempre que houver possibilidade de monitoramento da FC durante o teste. Caso isso não seja possível, podem ser adotados os LAn (D<sub>máx<sub>pred</sub></sub> ou V4<sub>pred</sub>) como aproximações do mesmo fenômeno, conforme metodologia descrita no presente estudo (ver páginas 35 - 38).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)