

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**VALIDADE DO MODELO DISTÂNCIA-TEMPO PARA A DETERMINAÇÃO
DAS CAPACIDADES AERÓBIA E ANAERÓBIA EM JOGADORES DE
FUTEBOL**

EURIPEDES BARSANULFO GONÇALVES GOMIDE

**RIO CLARO - SP
OUTUBRO - 2003**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS**

**VALIDADE DO MODELO DISTÂNCIA-TEMPO PARA A DETERMINAÇÃO
DAS CAPACIDADES AERÓBIA E ANAERÓBIA EM JOGADORES DE
FUTEBOL**

EURIPEDES BARSANULFO GONÇALVES GOMIDE

Orientador: Prof. Dr. BENEDITO SÉRGIO DENADAI

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade – Área de Biodinâmica da Motricidade Humana.

**RIO CLARO - SP
OUTUBRO - 2003**

AGRADECIMENTOS

- Meus profundos e sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. Benedito Sérgio Denadai, a Profa. Dra. Camila Coelho Greco e Profa. Dra. Mara Patrícia.
- Aos meus pais Carlos Gonçalves Gomide (*in memorian*), Maria José Afonso Gomide (*in memorian*), Edson Rezende Pícolo e Terezinha Gomide Pícolo.
- Aos meus irmãos, tios e sobrinhos.
- Ao técnico e preparador físico do Batatais Futebol Clube (Ulisses e Arnaldo) e Mogi Mirim Futebol Clube (Manoel e José Mário).
- Aos atletas de ambas as equipes, pela colaboração, responsabilidade e seriedade no trabalho.
- Ao Centro Universitário Claretiano, professores e funcionários amigos, pelo apoio e incentivo.
- A DEUS por nos dar a oportunidade da vida.

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram verificar: a) a validade do limiar anaeróbio (LAn) e da velocidade crítica (VC) para estimar a máxima fase estável de lactato (MSSLAC) em jogadores de futebol e; b) a validade da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) em estimar a capacidade anaeróbia em jogadores de futebol. Participaram deste estudo, 31 jogadores de futebol do sexo masculino, divididos em dois grupos: Grupo I - composto por 13 indivíduos ($21,4 \pm 1,04$ anos de idade, $1,77 \pm 0,06$ m de altura, $70,9 \pm 8,18$ kg de peso corporal, $22,4 \pm 1,5$ kg/m² de IMC e $12,0 \pm 2,1$ % de gordura corporal) e Grupo II - composto por 18 indivíduos ($16,8 \pm 1,26$ anos de idade, $1,80 \pm 0,05$ m de altura, $67,9 \pm 6,16$ kg de peso corporal, $21,5 \pm 1,5$ kg/m² de IMC e $11,7 \pm 1,5$ % de gordura corporal). Os atletas do Grupo I realizaram os seguintes testes: 1) teste incremental na esteira rolante para a determinação do LAn. A velocidade correspondente ao LAn (3,5 mM) foi determinada por interpolação linear; 2) teste de carga constante – A MSSLAC foi determinada a partir de 3 a 5 testes de carga constante com até 30 min de duração e foi definida como sendo a maior velocidade na qual a concentração de lactato não aumentou mais do que 1 mM entre o 10^o e o 30^o min do teste, e; 3) VC – Os atletas realizaram dois tiros máximos de 1500 e 3000 m em uma pista de atletismo de 400 m. A VC foi determinada como sendo a inclinação de regressão linear entre a distância e o tempo. Os atletas do Grupo II realizaram os seguintes testes: 1) CTAn - Os atletas realizaram dois tiros máximos de 1500 e 3000 m em uma pista de atletismo de 400 m. A CTAn foi determinada como sendo o intercepto da reta de regressão linear entre a distância e o tempo, e; 2) Teste de Wingate (TW) – O TW foi realizado contra uma resistência de 0,090 kp/kg. A potência máxima (Pmax) e

trabalho total (TT) foram a maior potência e o trabalho total gerados durante o teste de 30 segundos, respectivamente. A análise de variância não revelou diferenças entre o LAn ($13,9 \pm 1,7$ km/h) e a MSSLAC ($13,3 \pm 1,3$ km/h), e entre o LAn e a VC ($14,5 \pm 1,0$ km/h). A VC foi significativamente maior do que a MSSLAC. Houve correlação significativa ($P < 0,05$) entre a MSSLAC e o LAn ($r = 0,80$), MSSLAC e VC ($r = 0,87$) e entre o LAn e a VC ($r = 0,90$). Os valores de correlação da CTAn com a Pmax e o TT em valores absolutos (0,41 e 0,48, respectivamente) e relativos à massa corporal (0,32 e 0,45, respectivamente) não foram estatisticamente significantes. Pode-se concluir que o LAn pode ser utilizado em jogadores de futebol para estimar a MSSLAC. Neste grupo de atletas entretanto, a VC não representou uma intensidade de exercício sustentável em fase estável (MSSLAC). Tendo como referência os índices obtidos no TW, a CTAn não foi válida para a avaliação da capacidade anaeróbia em jogadores de futebol.

Palavras-chave: limiar anaeróbio, máxima fase estável de lactato sanguíneo, velocidade crítica, capacidade anaeróbia, futebol.

ABSTRACT

The objectives of this study were to analyze: a) the validity of the speed corresponding to the anaerobic threshold (AT) and critical velocity (CV) to determine the maximal lactate steady state (MSSLAC) in soccer players and; b) the validity of anaerobic work capacity (AWC) to estimate the anaerobic capacity in soccer players. Participated of this study, 31 male soccer players, divided into two groups: Group I - 13 individuals (21.4 ± 1.04 yr, 1.77 ± 0.06 m, 70.9 ± 8.18 kg, 22.4 ± 1.5 kg/m² and 12.0 ± 2.1 % body fat) and Group II - 18 individuals (16.8 ± 1.26 yr, 1.80 ± 0.05 m, 67.9 ± 6.16 kg, 21.5 ± 1.5 kg/m² and 11.7 ± 1.5 % body fat). The athletes of Group I performed the following tests: 1) an incremental treadmill test for the determination of AT. The velocity corresponding to AT (3.5 mM of blood lactate) was determined through linear interpolation; 2) constant tests - The MSSLAC was determined from 5 treadmill runs of up to 30 min duration and defined as the highest velocity at which blood lactate concentration did not increase by more than 1 mM between minutes 10 and 30 of the constant velocity runs and; 3) CV – The athletes performed two maximal running efforts of 1500 and 3000 m on a 400-m running track. The CV was calculated as the slope of the linear regression of distance run versus time. The athletes of Group II performed the following tests: 1) AWC - The athletes performed two maximal running efforts of 1500 and 3000 m on a 400-m running track. The AWC was calculated as the intercept of the linear regression of distance run versus time and; 2) Wingate test (WT) – The WT was performed against a resistance of 0.090 kp/kg. Maximal power (Pmax) and total work (TT) were the highest power and total work generated throughout the 30-s test, respectively. Analysis of variance revealed no significant differences between AT

(13.9 $\pm$ 1.7 km/h) and MSSLAC (13.3 $\pm$ 1.3 km/h), and between AT and CV (14.5 $\pm$ 1.0 km/h). The CV was significantly higher than the MSSLAC. There was a significant correlation between MSSLAC and AT ($r = 0.80$), MSSLAC and CV ($r = 0.87$) and AT and CV ($r = 0.90$). The correlations of AWC with Pmax and TT as absolute ($r = 0.41$ and 0.48 , respectively) and as relative values to body mass ($r = 0.32$ and 0.45 , respectively) were not statistically significant. We can conclude that the AT can be utilized in soccer players to estimate the MSSLAC. In this group of athletes however, CV does not represent a sustainable steady-state exercise intensity (MSSLAC). Using the indices obtained in the TW as reference, the AWC was not valid for the evaluation of anaerobic capacity in soccer players.

Keywords: anaerobic threshold, maximal lactate steady state, critical velocity, anaerobic capacity, soccer.

SUMÁRIO

	Página
Lista de abreviaturas.....	xi
Lista de tabelas.....	xiii
Lista de figuras.....	xv
Lista de quadros.....	xvi
1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	05
2.1 - Características fisiológicas do futebol.....	05
2.2 - Resposta do lactato sanguíneo ao exercício incremental.....	07
2.3 - Máxima fase estável de lactato no sangue.....	11
2.4 - Velocidade crítica.....	15
2.5 - Capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn).....	24
2.6 - Teste de Wingate.....	29
3 - JUSTIFICATIVA.....	36
4 - OBJETIVOS.....	38
5 - MATERIAL E MÉTODOS.....	39
5.1 - Sujeitos.....	39
5.2 - Dados antropométricos.....	41
5.3 - Protocolos.....	42
5.3.1 - Grupo I.....	42
5.3.1.1 - Determinação do limiar anaeróbio.....	42

5.3.1.2 - Determinação da máxima fase estável do lactato sanguíneo.....	42
5.3.1.3 - Determinação da velocidade crítica	43
5.3.2 - Grupo II.....	43
5.3.2.1 - Determinação da capacidade de trabalho anaeróbio.....	43
5.3.2.2 - Determinação da potência pico, trabalho total, índice de fadiga e lactato pico no teste de Wingate.....	44
5.4 - Determinação da frequência cardíaca, coleta de sangue e dosagem de lactato durante os testes.....	44
5.4.1 - Determinação da frequência cardíaca.....	44
5.4.2 - Coleta de sangue e dosagem de lactato.....	45
5.5 - Análise estatística.....	45
6 - RESULTADOS.....	46
6.1 - Grupo I.....	46
6.1.1 - Avaliação aeróbia.....	46
6.2 - Grupo II.....	49
6.2.1 - Avaliação anaeróbia.....	49
7 - DISCUSSÃO.....	51
7.1 - Variáveis relacionadas ao rendimento aeróbio e anaeróbio no futebol.....	51
7.2 - Validade da velocidade crítica para estimar a máxima fase estável de lactato sanguíneo.....	53

7.3 - Validade do limiar anaeróbio para estimar a máxima fase estável de lactato sanguíneo.....	56
7.4 - Validade da capacidade de trabalho anaeróbio em prever a capacidade anaeróbia.....	59
8 - CONCLUSÕES.....	64
9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
10 - APÊNDICES.....	77
10.1 - Apêndice A.....	77
10.2 - Apêndice B.....	83

Lista de abreviaturas

μ l - microlitros

ATP - adenosina trifosfato

cm - centímetro

CP - creatina fosfato

CTAn - capacidade de trabalho anaeróbio

DP - desvio-padrão

FC - frequência cardíaca

FCmax - frequência cardíaca máxima

IAT - limiar anaeróbio individual

J - joules

km/h - quilômetros por hora

kg - quilogramas

kg/m - quilogramas por metro

kp/kg - quilopounds por quilograma

L/min - litros por minuto

LAC - concentração de lactato sanguíneo

LACmin - lactato mínimo

LAer - limiar aeróbio

LAn - limiar anaeróbio

LL - limiar de lactato

LV - limiar ventilatório

N/kg - Newtons por quilograma

m/min - metros por minuto

m/s - metros por segundo

MDAO - máximo déficit acumulado de oxigênio

ml/kg/min - mililitros por quilo por minuto

mM - milimolar

MSSLAC - máxima fase estável de lactato

OBLA - *onset of blood lactate accumulation*

P - nível de significância

PC - potência crítica

pCO₂ - pressão parcial de gás carbônico

pH - potencial (de íons) hidrogênio

Pmax - potência máxima

r - correlação

s- segundos

t - tempo

t_{lim} - tempo limite

TT – trabalho total

TW - teste de Wingate

VC - velocidade crítica

VO₂ - consumo de oxigênio

VO₂max - consumo máximo de oxigênio

VO₂pico - consumo pico de oxigênio

W - watts

W_{lim} - trabalho limite

Lista de Tabelas

Tabela 1. Valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC) do Grupo I. N = 13.....	43
Tabela 2. Valores médios $\pm$ DP das velocidades (km/h) correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM) (km/h), à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC) (km/h) e à velocidade crítica determinada através das distâncias de 1500 e 3000 m ($\text{VC}_{1500/3000}$) do Grupo I. (km/h). N = 13.....	44
Tabela 3. Valores médios $\pm$ DP das concentrações de lactato sanguíneo (mM) obtidas no 10 ^o (LAC 10 min) e 30 ^o minuto (LAC 30 min), a média da concentração correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e a concentração correspondente ao LAn, do Grupo I. N = 13.....	45
Tabela 4. Valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca (FC) (bpm) obtida no 10 ^o (FC 10 min) e 30 ^o minuto (FC 30 min), a média da frequência correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e o limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), e o percentual da frequência cardíaca máxima correspondente à MSSLAC (% FCM MSSLAC) e o LAn (% FCM LAn), no Grupo I. N = 13.....	46
Tabela 5. Valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca máxima (FCM), velocidade máxima (Va_{max}) (km/h) e lactato sanguíneo pico (LAC_{pico}) (mM), do Grupo I. N = 13.....	46
Tabela 6. Valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC), do Grupo II. N = 18.....	47

Tabela 7. Valores médios $\pm$ DP da performance (s) obtida nas distâncias de 1.500 e 3.000 m, e da capacidade de trabalho anaeróbio obtida através da combinação entre as distâncias de 1.500 e 3.000 m (CTAn_{1500/3000}) (m), do Grupo II. N = 18..... 47

Tabela 8. Valores médios $\pm$ DP da potência máxima (Pmax) e trabalho total (TT) (J) em valores absolutos e relativos à massa corporal, o índice de fadiga (IF) (%) e o lactato pico (LAC_{picoW}) (mM), obtidos no teste de Wingate, do Grupo II. N = 18 48

Lista de Figuras

Figura 1. Exemplo da determinação das intensidades correspondentes ao limiar de lactato (LL) e do limiar anaeróbio (LAn) ou <i>onset blood lactate accumulation</i> (OBLA).....	10
Figura 2. Exemplo de um protocolo para a determinação da máxima fase estável de lactato (MSSLAC).....	12
Figura 3. Relação linear entre o trabalho e o tempo, onde a inclinação da reta representa a potência crítica.....	16
Figura 4. Relação linear entre a potência e o inverso do tempo, onde o intercepto no eixo y representa a potência crítica.....	17
Figura 5. Relação hiperbólica entre a potência e o tempo, onde a assíntota da curva representa a potência crítica.....	17
Figura 6. Capacidade de trabalho anaeróbio correspondente ao intercepto eixo y.....	18

Lista de quadros

Quadro 1. Treinamento semanal realizado pelos atletas do Grupo I.....	40
Quadro 2. Treinamento semanal realizado pelos atletas do Grupo II.....	40

1 - INTRODUÇÃO

O futebol é, provavelmente, o esporte mais popular do mundo. Conta com, aproximadamente, 120 milhões de jogadores registrados (EKBLÖM, 1986; TUMILTY, 1993). Reilly (1997) menciona que o futebol é jogado em todos os continentes e, permanentemente, adquire novos adeptos como crianças, jovens e adultos. A sua popularidade é notável pela enorme quantidade de telespectadores que assistem aos principais campeonatos espalhados por todo o mundo.

Em nível profissional, há um grande estresse fisiológico associado com o jogo, devido ao alto nível de aptidão física atingido pelos jogadores com o treinamento. Reilly (1997) afirma que a demanda fisiológica do jogo de futebol pode ser estimada a partir da determinação da distância total percorrida por cada jogador. Esta é uma mensuração global do trabalho desempenhado e representa a reunião de diversos movimentos que ocorrem no decorrer de uma partida. Estas atividades podem ser classificadas de acordo com o tipo de ação ou movimento, intensidade, duração e frequência semanal de treinos ou jogos. Portanto, para atuarem em uma partida de futebol e, particularmente, em uma partida de futebol de alto nível, os jogadores de futebol necessitam de um bom desenvolvimento do condicionamento físico, tanto em termos de capacidade aeróbia como de potência anaeróbia para um bom desempenho

em atividades de alta intensidade e de curta duração, intercaladas com atividades de maior duração e em menor intensidade.

Durante décadas, o consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$) foi considerado por muitos autores o melhor índice para determinar a performance aeróbia, prescrever a intensidade adequada de treinamento, avaliar os efeitos do treinamento ou mesmo do destreinamento e, portanto, medir a aptidão cardiorrespiratória, tanto em indivíduos sedentários, como em indivíduos ativos e em atletas de alto nível (NOAKES, 1988). Já, na década de 60, alguns autores (WASSERMAN; McLORRY, 1964) verificaram que a resposta de lactato sanguíneo durante o exercício incremental, poderia ser utilizada também com os propósitos semelhantes ao do $\text{VO}_{2\text{max}}$, ou seja, avaliar a capacidade aeróbia de indivíduos sedentários, ativos ou atletas de alto nível, prescrever o treinamento e prever a performance aeróbia (WELTMAN, 1995).

Existem várias terminologias e definições para a determinação e utilização da resposta do lactato sanguíneo no exercício, mas dentre estas terminologias, Wasserman e McLlory (1964) propuseram o termo limiar anaeróbio (LAn) para identificar a intensidade de esforço onde existe o aumento da concentração do lactato sanguíneo durante o exercício incremental. Mader et al. (1976) introduziram os termos limiar aeróbio (LAer) e limiar anaeróbio (LAn) para identificar a intensidade de exercício correspondente a uma concentração de 2 mM e 4 mM, respectivamente. O termo LAn tem sido utilizado também para determinar a intensidade do exercício correspondente à máxima fase estável do lactato sanguíneo (MSSLAC) (HECK et al., 1985).

Existem na atualidade, inúmeros trabalhos que têm verificado a grande validade da resposta do lactato como índice de avaliação aeróbia, independente da

idade, sexo, tipo de exercício, estado de treinamento, tipo de fibra muscular e disponibilidade de substrato (DENADAI, 1999; DENADAI, 2000).

Um índice que tem sido proposto para a determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo ao exercício é a potência crítica (PC) ou velocidade crítica (VC) (MONOD; SCHERRER, 1965; WAKAYOSHI et al., 1992). Essa variável pode ser determinada por meio da relação distância-tempo, obtida através de performances máximas realizadas em determinadas distâncias e seus respectivos tempos de execução. É vantajoso utilizar esse índice porque é simples, não invasivo, barato e atende a especificidade do movimento empregado no esporte. Embora alguns estudiosos tenham analisado a validade da VC para a determinação da resposta do lactato sanguíneo durante a corrida (SMITH; JONES, 2001), nenhum deles utilizou atletas praticantes de esportes coletivos.

A potência anaeróbia é outra capacidade física que tem sido bastante investigada e avaliada, principalmente em jogadores de futebol. O teste de Wingate (TW) tem sido empregado freqüentemente para a avaliação da potência anaeróbia em atletas. Este teste é executado em uma bicicleta ergométrica e o indivíduo tem de pedalar o mais rápido possível durante 30 segundos. Apesar de muitos pesquisadores terem encontrado uma alta reprodutibilidade e validade do TW (BAR-OR, 1987), alguns autores apontam que o teste não atenderia a especificidade de movimento encontrada nos esportes coletivos como, por exemplo, no futebol (TAMAYO et al., 1984). Além disso, a necessidade de um ergômetro (bicicleta) e principalmente de um sistema de mensuração (normalmente computadorizado) do trabalho realizado durante o teste, restringe a utilização do TW a laboratórios mais bem equipados.

Outro índice que pode ser determinado pela relação distância-tempo é a capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) (HILL, 1993). Enquanto a VC corresponde à inclinação da reta de regressão linear dessa relação, a CTAn corresponde ao intercepto-y.

Hill e Smart (2001) propõem que a CTAn poderia indicar na corrida, por exemplo, a maior distância que seria realizada utilizando-se exclusivamente as reservas anaeróbias. Como já salientado anteriormente, a utilização da relação distância-tempo (VC e CTAn) é bastante atraente em função do seu baixo custo e simplicidade de determinação. Alguns pesquisadores já analisaram a validade da CTAn, utilizando diferentes tipos de exercício (ciclismo e natação) e indivíduos em diferentes condições fisiológicas (sedentários, atletas e crianças) (NEBELSICK-GULLETT et al., 1988; JENKINS; QUIGLEY, 1991; HILL; STEWARD; LANE, 1995).

Para a corrida, entretanto, não foram encontrados estudos nos quais analisou-se a validade da CTAn, o que restringe a sua utilização na avaliação da capacidade anaeróbia em praticantes de esportes coletivos.

Deste modo, o objetivo central deste estudo foi analisar a validade do modelo distância-tempo, para avaliar as capacidades aeróbia e anaeróbia em jogadores de futebol de campo.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Características fisiológicas do futebol

Segundo Ekblom (1986) e Tumilty (1993), o futebol com aproximadamente 120 milhões de jogadores registrados, é provavelmente, o esporte mais popular do mundo. Reilly (1997) reporta que o futebol é jogado em todo o mundo e, a cada dia, adquire novos adeptos como crianças, jovens e adultos. A sua popularidade é notável pela enorme quantidade de telespectadores que assistem aos principais campeonatos disputados no planeta.

Em nível profissional, há um grande estresse fisiológico associado com o jogo, devido ao alto nível de aptidão física atingido pelos jogadores com o treinamento. Reilly (1997) afirma que a demanda fisiológica do jogo de futebol pode ser estimada a partir da determinação da distância total percorrida por cada jogador. Esta é uma mensuração global do trabalho desempenhado, representando a reunião de diversos movimentos que ocorrem no decorrer de uma partida. Essas atividades podem ser classificadas de acordo com o tipo de ação ou movimento, intensidade, duração e frequência semanal de treinos ou jogos. Alguns métodos de monitoramento como análise de filmes, técnicas trigonométricas sincronizadas e análise por computador, têm

mostrado que os jogadores percorrem em média de 8 a 12 km durante uma partida de futebol (BANGSBO; LINDQUIST, 1992; REILLY, 1997).

Bangsbo e Lindquist (1992), Tumilty (1993) e Reilly (1997) relatam em seus trabalhos que o gasto energético durante o jogo de futebol pode ser mensurado por meio da análise do consumo de oxigênio (VO_2), do lactato sanguíneo e da frequência cardíaca. Para Tumilty (1993), os valores de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) em jogadores atingem em média 60 ml/kg/min e, relata também, que o jogo na sua totalidade, demanda uma potência aeróbia de moderada a alta.

Durante uma partida, com um percurso acima de 11 km, a frequência cardíaca dos atletas pode alcançar, em média, 165 batimentos por minuto (REILLY, 1997), o que corresponde a aproximadamente 75% do VO_{2max} (BANGSBO; LINDQUIST, 1992; REILLY, 1997). Para Bangsbo e Lindquist (1992), a frequência cardíaca alcança em média 164 batimentos, enquanto Ali e Farrally (1991) constataram uma frequência cardíaca média em torno de 169 batimentos por minuto. As concentrações de lactato sanguíneo geralmente não são muito altas, com valores por volta de 4,5 mM (ANANIAS et al., 1998) e de 6 a 8 mM (EKLEBOM, 1986; BANGSBO; LINDQUIST, 1992). Em alguns estudos, entretanto, foram constatados valores de 10 mM (REILLY, 1997) ou até mesmo 12 mM (BANGSBO; LINDQUIST, 1992). Ainda, para Bangsbo e Lindquist (1992), o conteúdo de glicogênio no músculo da perna é baixo no final do jogo, podendo este ser um dos fatores que levam à fadiga (diminuição da distância percorrida) no segundo tempo da partida.

Para Reilly e Thomas (1976), a cada 6 segundos de uma partida há uma mudança no tipo e intensidade dos movimentos. De acordo com estas informações, Di Salvo e Pigozzi (1998) observaram que os jogadores realizam corridas máximas (*sprint*)

em velocidade aproximada de 30 km/h, representando 0,7% do total do jogo; percorrem 8,1% do total da partida em alta velocidade, ou seja, de 15 a 18 km/h; 35,1% em baixa velocidade (8 a 12 km/h); 40,4% andando e 17,1% do total do jogo ficam parados.

Portanto, durante uma partida de futebol e, particularmente, uma partida de futebol de alto nível, os jogadores de futebol necessitam de um desenvolvimento do condicionamento físico, tanto em termos de potência anaeróbia como de capacidade aeróbia para desempenhar atividades de alta intensidade e de curta duração, intercaladas com atividades de maior duração e de intensidade menor. Deste modo, segundo Bangsbo e Lindquist (1992), uma deficiência de algumas destas capacidades físicas, pode limitar a performance do jogador durante a partida.

Assim, pode-se considerar que o treinamento físico que leva a um aumento da oxidação de gordura, proporcionando uma menor concentração de lactato sanguíneo durante o exercício submáximo, possibilita uma melhor performance de endurance (BANGSBO; LINDQUIST, 1992). Assim, os jogadores conseguem manter o mesmo nível de desempenho no decorrer de toda a partida (TUMILTY, 1993).

2.2 - Resposta do lactato sanguíneo ao exercício incremental

A partir de 1960, alguns pesquisadores começaram a analisar a resposta do lactato sanguíneo ao exercício e perceberam que este índice poderia ser utilizado para a avaliação da capacidade aeróbia (WASSERMAN; McLLORY, 1964). O termo limiar anaeróbio (LAn) foi introduzido por Wasserman e Mc Llory (1964) e definido como o ponto no qual ocorre uma mudança do suprimento de energia predominantemente aeróbio para uma maior contribuição glicolítica, com a formação e acúmulo do lactato durante um teste de exercício com cargas crescentes (Figura 1). Os

mecanismos metabólicos desta mudança não são bem conhecidos e, por isso, estão sujeitos a várias especulações (KARLSSON et al., 1978; DAVIS et al., 1983; HAGEBERG, 1984; BROOKS, 1985; DAVIS, 1985; HOLLMANN, 1985).

Existem diversas metodologias e terminologias para determinar e identificar o LAn. Isto faz com que existam, por exemplo, diferentes resultados entre os estudos, como também a atribuição da mesma terminologia para fenômenos diferentes, bem como o uso de termos diferentes para o mesmo fenômeno. Portanto, ao se comparar dados de estudos diferentes é importante que se considere, dentre outros fatores, a metodologia e o índice utilizado. Desta forma, a interpretação do fenômeno fisiológico descrito como LAn depende do significado metabólico atribuído a ele (CHICHARRO; ARCE, 1991).

Embora exista falta de concordância entre os pesquisadores sobre seus mecanismos básicos (WASSERMAN et al., 1973; HAGBERG et al., 1982; GAESSER; POOLE, 1986), o LAn tem sido utilizado para a avaliação da capacidade aeróbia, prescrição da intensidade adequada de exercício (DWYER; BYBEE, 1983), predição da performance aeróbia (FARREL et al., 1979; DENADAI; BALIKIAN JÚNIOR, 1995) e a avaliação dos efeitos do treinamento aeróbio, sendo amplamente utilizado por fisiologistas, preparadores físicos e médicos (DENADAI, 1999).

DENADAI (1999) relata a existência de uma grande variedade de terminologias e definições que procuram identificar fenômenos iguais ou semelhantes relacionados à resposta do lactato sanguíneo durante o exercício com aumento progressivo de cargas. O autor também destaca que isso se torna um problema no momento da comparação de estudos e na interpretação dos dados obtidos nas pesquisas.

Portanto, para conceituar o LAn através do comportamento do lactato sanguíneo durante o exercício, têm sido propostas várias terminologias e definições, podendo-se dividi-las em: 1) as que consideram concentrações fixas e; 2) as que consideram concentrações variáveis de lactato sanguíneo. Nas concentrações fixas existem os valores de 2 mM e 4 mM. Para o valor de 2 mM existem os termos "máximo estado estável" (LONDEREE; AMES, 1975), "ponto de ótima eficiência respiratória" (HOLLMANN In PANAMERICAN CONGRESS FOR SPORTS MEDICINE, 1959), "limiar anaeróbio" (WASSERMAN; McLLORY, 1964), ou "limiar aeróbio" (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979). Para a concentração de 4 mM, são utilizados os termos "limiar aeróbio-anaeróbio" (MADER et al., 1976) e *onset of blood lactate accumulation* (OBLA) (JACOBS et al., 1981; SJODIN; JACOBS, 1981) (Figura 1). Para as concentrações variáveis de lactato sanguíneo, existe o termo "limiar de lactato" (LL) definido como o ponto de inflexão na curva de lactato em função do tempo ou intensidade do exercício (IVY et al., 1980; TANAKA; MATSURA, 1984; WELTMAN et al., 1990) (Figura 1). Existem também terminologias que tentam identificar a intensidade de exercício correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC) como: o "limiar anaeróbio individual" (IAT) (KEUL et al., 1979; KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981; PETTE, 1984), e o "lactato mínimo" (LACmin) (TEGTBUR et al., 1993).

Heck et al. (1985) propõem o uso do termo descrito por Mader et al. (1976), denominado "limiar aeróbio-anaeróbio" porque, a maioria dos sujeitos apresenta nesta intensidade de exercício, o máximo equilíbrio entre a liberação e a remoção do

lactato sanguíneo. Porém os autores ressaltam que pode existir uma variação da concentração do lactato correspondente à MSSLAC entre 3,0 e 5,5 mM.

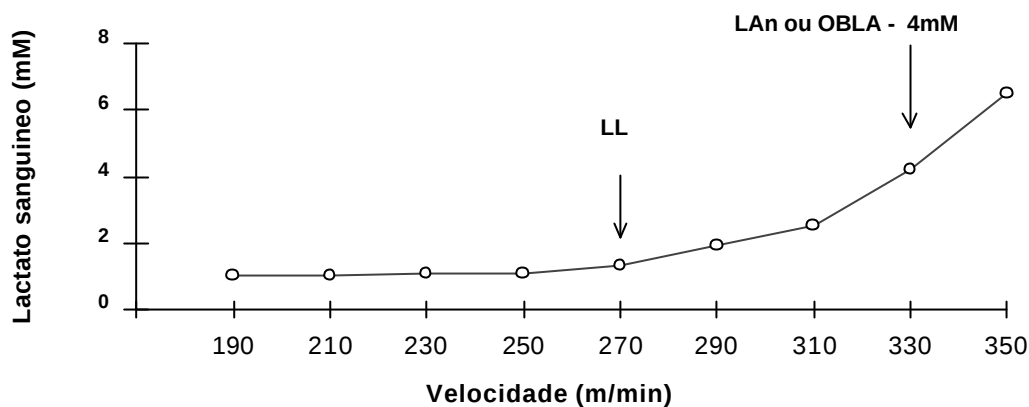


Figura 1 – Exemplo da determinação das intensidades correspondentes ao limiar de lactato (LL) e do limiar anaeróbio (LAn) ou *onset blood lactate accumulation* (OBLA).

Vários pesquisadores (WASSERMAN; McLLORY, 1964; MADER et al., 1976; KEUL et al., 1979; JACOBS et al., 1981; SJODIN; JACOBS, 1981; STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981; STEGMANN; KINDERMANN, 1982; DAVIS et al., 1983; PETTE, 1984; DAVIS, 1985; HECK et al., 1985) têm afirmado que a determinação do LAn em teste de exercício graduado representa o melhor método para avaliar a capacidade aeróbia do indivíduo.

A interpretação prática do LAn indica que o aumento do lactato sanguíneo em teste de exercício graduado reflete o padrão do trabalho muscular e, a mudança do suprimento de energia predominantemente oxidativa para uma maior contribuição glicolítica (WASSERMAN; McLLORY, 1964; MADER et al., 1976; JACOBS et al., 1981; SJÖDIN; JACOBS, 1981; DAVIS et al., 1983; HECK et al., 1985).

Durante os testes incrementais realizados em esteira, utilizados para a determinação do LAn, há uma pausa no final de cada estágio para a coleta de sangue. Durante esta pausa, parte do lactato é removida, além de haver uma pequena restauração das reservas de creatina fosfato, ocorrendo, portanto, um desvio da curva de lactato relacionado à intensidade de esforço (lactato x intensidade) para a direita. Entretanto, Heck et al. (1985) verificaram que a pausa de até 30 segundos entre um estágio e outro, não interfere na resposta do lactato durante o exercício de cargas incrementais.

Segundo Mognoni et al. (1990), Oyono-Enguelle et al. (1990) e Denadai e Greco (1997), o tempo máximo de exercício na intensidade correspondente a 4 mM de lactato fica entre 30 e 60 minutos. Estas afirmações apresentam controvérsias e podem variar de acordo com a população avaliada.

Toda esta preocupação em analisar os métodos para a determinação do lactato sanguíneo é importante quando o objetivo é comparar alguns estudos ou prescrever a intensidade do treinamento, ou mesmo na montagem de um delineamento experimental no qual é necessário tornar a intensidade relativa à capacidade funcional do indivíduo a ser testado (DENADAI, 2000).

2.3 - Máxima fase estável de lactato no sangue

A intensidade de trabalho que descreve a transição entre as intensidades moderada e alta no exercício aeróbio, e que representaria a mais alta carga de trabalho constante que pode ser desempenhada utilizando-se do predomínio do metabolismo oxidativo para o fornecimento de energia, corresponde ao que alguns autores denominam de máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC) (BENEKE; DUVILLARD, 1996). A concentração de lactato sanguíneo apresenta estabilidade em

exercícios de carga constante com intensidades menores ou igual à MSSLAC. Em intensidades acima da MSSLAC, a concentração de lactato aumenta até o final do exercício, sem apresentar estabilidade e, quanto mais acima desta intensidade o indivíduo se exercita, maior proporcionalmente será a participação do metabolismo glicolítico (Figura 2). Portanto, a concentração de lactato correspondente a esta intensidade, representa o máximo equilíbrio entre a taxa de liberação e de remoção deste metabólito no sangue (MADER; HARTMANN; HOLLMANN, 1988).

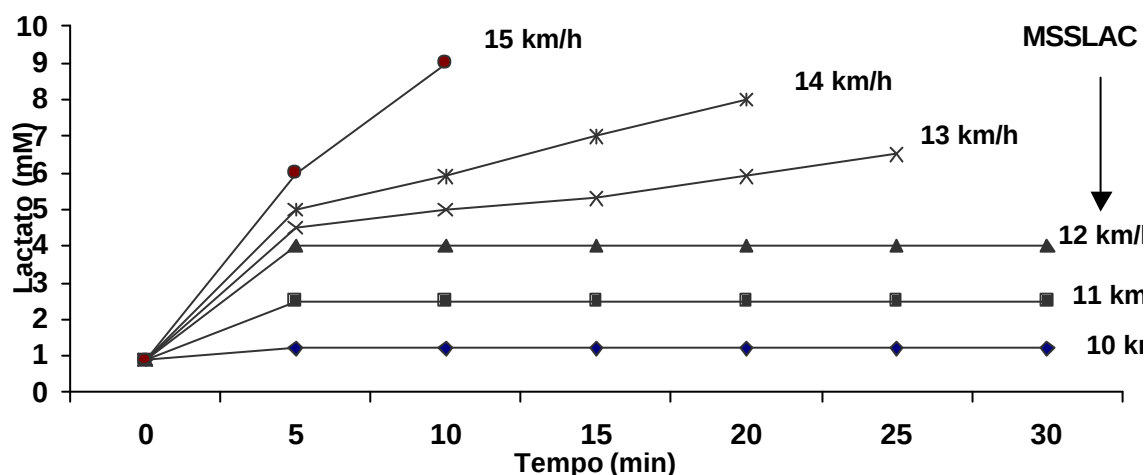


Figura 2. Exemplo de um protocolo para a determinação da máxima fase estável de lactato (MSSLAC).

A concentração de lactato correspondente à MSSLAC que, em média, na corrida, corresponde a 4 mM (HECK et al., 1985) pode apresentar uma variação bastante significativa entre os indivíduos nos diferentes tipos de exercícios realizados, como verificado no estudo de Beneke et al. (1996b) com 34 sujeitos do sexo masculino e idade entre 11 e 20 anos. Outros fatores que também podem influenciar esta concentração, segundo Beneke et al. (1996a), são o protocolo utilizado na sua

determinação, o critério utilizado para definir a MSSLAC e a forma de análise do lactato.

Heck et al. (1985) determinaram a MSSLAC durante a corrida e utilizaram como critério para a sua identificação, uma variação na concentração de lactato no sangue menor ou igual a 1 mM nos últimos 20 minutos de exercício em repetições com 30 minutos de duração. Posteriormente, identificaram a concentração de lactato obtida durante um teste de cargas progressivas, que correspondia à intensidade de MSSLAC. No teste de exercício incremental com duração das cargas de 5 minutos, a média do valor de lactato correspondente à MSSLAC foi de 4,05 mM com uma variação de 3,4 a 4,3 mM. No teste de exercício incremental com a duração das cargas de 3 minutos, foi encontrado uma concentração de 3,5 mM de lactato sanguíneo. Os autores relatam que a concentração de lactato correspondente à MSSLAC é dependente da duração do estágio empregado no teste incremental. Portanto, a concentração de lactato no sangue não é dependente só da intensidade do exercício, mas também é influenciada pela duração dos estágios. Por isso, é proposto que se utilize para a determinação indireta da MSSLAC, o valor fixo de 3,5 mM quando o protocolo utilizado tiver estágios de 3 minutos e de 4 mM quando se utilizam estágios com 5 minutos de duração.

Por meio da mesma terminologia que Heck et al. (1985) utilizaram, Beneke et al. (1996b) analisaram a MSSLAC na bicicleta ergométrica em 34 sujeitos do sexo masculino com idades entre 11 e 20 anos e encontraram um valor médio correspondente à MSSLAC de 4,2 mM (variação de 2,8 a 5,5 mM). Os autores não encontraram correlação da intensidade e da idade com os valores de lactato correspondentes à MSSLAC. Com isso, concluíram que nesta faixa etária a

concentração de lactato correspondente à MSSLAC, é independente da idade e da performance (intensidade na MSSLAC).

Mocellin, Heusgen e Korsten-Reck (1990) e Armstrong, Welsman e Kirby (1996) relatam valores médios correspondentes à MSSLAC em crianças que realizaram um teste na esteira, de 5,0 e 2,3 mM, respectivamente. Beneke et al. (1996a) que encontraram durante o ciclismo, em meninos com idade média de 14 anos, uma concentração de 4,5 mM de lactato correspondente a MSSLAC, afirmam que além da diferença do tipo de exercício, as diferenças nos protocolos utilizados e definições da MSSLAC, como também na forma de análise do lactato (amperométrica e enzimática) podem influenciar os resultados.

Keul et al. (1979) propuseram que os indivíduos treinados em endurance têm seus limiares em níveis de concentração de lactato menores. Os autores têm observado que a carga de trabalho no treinamento correspondente a 4 mM é pobremente tolerada por indivíduos treinados, mas bem tolerada por indivíduos destreinados. Entretanto, mais recentemente, Beneke et al. (1996b) não verificaram influência do nível de performance na concentração de lactato correspondente à MSSLAC durante o ciclismo.

Diferenças na relação entre a musculatura ativa e acessória podem afetar as taxas de liberação e remoção do lactato muscular e sanguíneo. Uma razão para que isto ocorra pode ser a menor ou maior força aplicada por determinada massa muscular. Além disso, a relação entre musculatura ativa e acessória pode afetar a taxa de máxima perfusão muscular, já que a capacidade vascular para o fluxo de sangue muscular é tão alta, que a perfusão de 10 kg ou mais de massa muscular ativa pode ser limitada pela máxima produção cardíaca (SALTIN, 1985). Alguns autores (BENEKE; DUVILLARD,

1996) após realizarem um estudo com atletas de diversas modalidades (remadores, ciclistas, triatletas e skatistas), com diferentes níveis de condicionamento e ambos os sexos, mencionam que a menor disponibilidade de oxigênio para uma grande massa muscular durante um exercício intenso, possivelmente aumenta a utilização da glicólise e/ou diminui a capacidade de oxidação do lactato, provavelmente, devido a uma menor disponibilidade de oxigênio na musculatura ativa e acessória (BENEKE; DUVILLARD, 1996). Porém, alguns pesquisadores têm verificado que a concentração de lactato correspondente à MSSLAC pode depender do tipo de exercício analisado.

2.4 - Velocidade crítica

Monod e Scherrer (1965) foram os primeiros pesquisadores a utilizar o conceito de potência crítica (PC), a partir de um modelo de exercícios máximos realizados com pesos por diferentes grupos musculares sinergistas. Neste trabalho, foi notada uma relação hiperbólica entre a potência realizada e o tempo de exaustão. Outros autores (MORITANI et al., 1981; NEBELSICK-GULLETT et al., 1988) verificaram que a relação entre o trabalho limite (W_{lim}) e tempo limite (T_{lim}) tem se mostrado altamente linear ($r > 0,98$). A PC pode ser determinada como sendo a inclinação da reta de regressão linear da W_{lim} x T_{lim} , ou a assíntota (reta que tangencia uma curva no infinito) da curva potência-tempo (GAESSER et al., 1995). Nestes estudos, a PC foi definida como a máxima taxa de trabalho que pode ser sustentada por um longo período de tempo sem fadiga (MONOD; SCHERRER, 1965) ou quase indefinidamente (MORITANI et al., 1981) ou; a intensidade na qual o suprimento de energia é feito predominantemente através do sistema aeróbio (GAESSER; WILSON, 1988) onde a

capacidade de exercitar-se nesta intensidade é limitada somente pela disponibilidade de substrato (HOUSH; HOUSH; BAUGE, 1989).

Para as modalidades de natação e de corrida, o conceito da PC também tem sido aplicado e analisado. Nestes exercícios, têm-se utilizado o termo velocidade crítica (VC), que corresponde à inclinação da reta de regressão linear entre a distância percorrida e o seu respectivo tempo de execução (SMITH; JONES, 2001).

De acordo com Hill (1993), existem três modelos matemáticos que têm sido usados para se obter estimativas dos parâmetros PC (ou VC) e da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn). Os três modelos são:

- 1) Modelo linear trabalho-tempo, onde o $W_{lim} = (PC \times T_{lim}) + CTAn$ (Figura 3).

Neste modelo, a PC é a inclinação da reta de regressão (freqüentemente chamada de b).

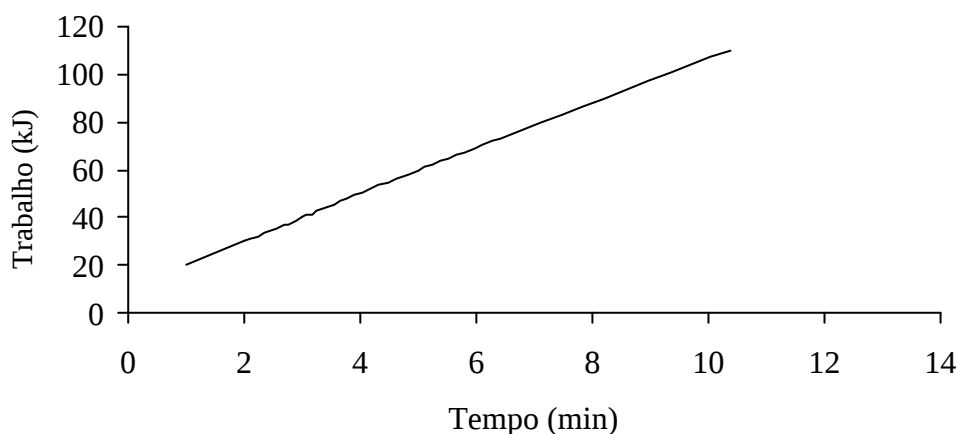


Figura 3. Relação linear entre o trabalho e o tempo, onde a inclinação da reta representa a potência crítica.

2) Modelo linear potência-1/tempo, onde $W_{lim} = (CTAn/T_{lim}) + PC$ (Figura 4).

Neste modelo, a PC corresponde ao intercepto da reta de regressão (também chamado de a ou intercepto-y) no eixo y.

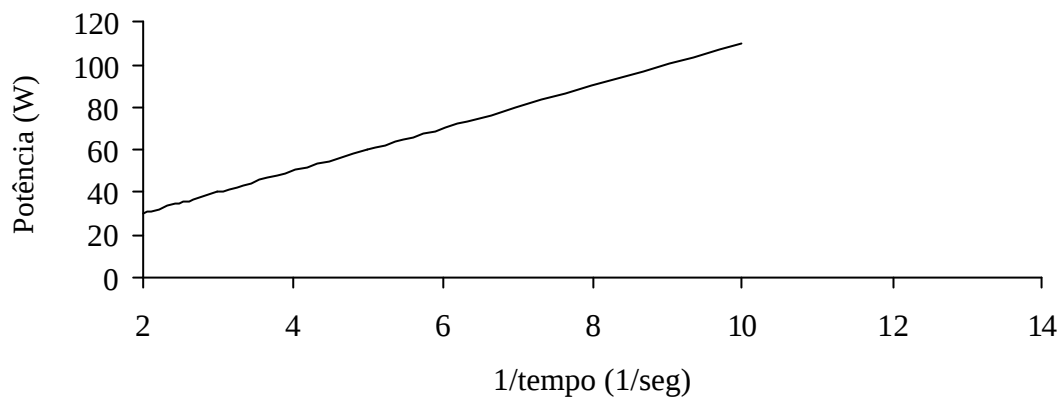


Figura 4. Relação linear entre a potência e o inverso do tempo, onde o intercepto no eixo y representa a potência crítica.

3) Modelo hiperbólico potência-tempo, onde o $t_{lim} = CTAn/(W_{lim} - PC)$ (Figura 5). Neste modelo a PC é a assíntota (tem sido designada como θ_{PA} , θ_f , θ_{LL} , P_{LL} , W_a) da curva.

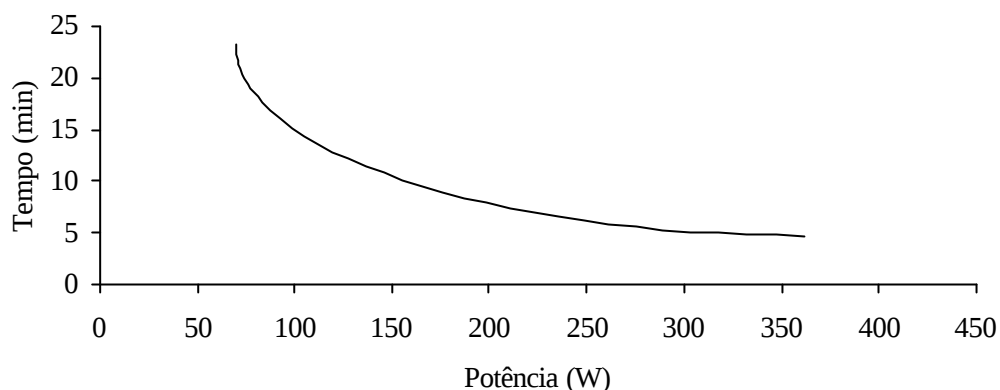


Figura 5. Relação hiperbólica entre a potência e o tempo, onde a assíntota da curva representa a potência crítica.

Para determinar a PC são necessários teoricamente, somente dois pontos para a derivação usando os modelos lineares, mas na prática, os pesquisadores têm utilizado dois a sete pontos para reduzir o erro associado com os parâmetros de estimativa. A desvantagem deste procedimento, é que os participantes devem executar vários testes até a exaustão. Alguns autores, como por exemplo, no estudo de Jenkins e Quigley (1991), que avaliaram nove estudantes de educação física do sexo masculino, têm proposto um intervalo de 30 minutos entre os testes, para permitir uma recuperação ainda que parcial do sistema aeróbio e uma remoção do lactato para o nível de repouso dos indivíduos (JENKINS; QUIGLEY, 1991). Porém, a maioria dos autores, propõe tentativas que requerem pelo menos 24 horas de recuperação entre os esforços (CARNEVALE; GAESSER, 1991; SMITH; HILL, 1993).

Este aspecto, portanto, acaba diminuindo a praticidade da determinação da PC ou VC, pois exige que o voluntário (e principalmente o atleta), tenha muito tempo disponível, o que pode, inclusive, prejudicar o treinamento. Deste modo, Housh,

Housh e Bauge (1990) analisaram a validade da utilização de 2, 3 ou 4 testes para a determinação da PC em 12 voluntários do sexo masculino com idade média de 22 anos. Os autores verificaram uma elevada correlação ($r > 0,96$) entre a PC determinada por meio de 2 testes com a PC determinada com 4 testes, quando a diferença de tempo entre os dois testes foi de pelo menos 2 a 7 minutos. Quando esta diferença foi acima de 5 minutos a correlação foi ainda maior ($r > 0,98$). Então, os autores sugerem que, para prever a PC através do modelo linear trabalho-tempo, pode-se utilizar somente 2 tentativas e que, entre uma tentativa e outra, deva existir uma diferença de tempo de pelo menos 5 minutos.

Jenkins, Kretek e Bishop (1998) avaliaram em 8 sujeitos do sexo masculino, saudáveis e praticantes de atividades recreacionais, se a duração das cargas preditivas, influenciaria o tempo de fadiga na PC no ciclismo. Os autores relataram que quando são utilizadas intensidades que permitam um tempo de exaustão (T_{lim}) entre 3 e 10 minutos (os autores tentaram maximizar a contribuição aeróbia), o tempo de fadiga é de aproximadamente 40 minutos. Do mesmo modo, Bishop, Jenkins e Howard (1998) propõem que a PC pode ser influenciada pela duração das cargas preditivas e, propõem que estas cargas devem permitir durações (T_{lim}) entre 3 e 20 min.

Alguns autores têm avaliado a reprodutibilidade de protocolos que utilizam 2 séries de exercícios para a determinação da PC. Dentre eles, Gaesser e Wilson (1988) avaliaram 11 sujeitos no ciclismo e encontraram um coeficiente de correlação no teste e re-teste de 0,96, quando utilizaram 2 séries de 5 tentativas. No re-teste, a PC foi 3% maior ($p < 0,05$) do que no primeiro teste. Nebelsick-Gullett et al. (1988) após analisarem a reprodutibilidade da utilização de 2 séries para a determinação da PC e CTAn, encontraram um coeficiente de correlação de 0,94 para a determinação

da PC e 0,87 para a determinação da CTAn entre o teste e o re-teste. Não houve diferença entre os valores para a primeira e segunda estimativa da PC e CTAn. Smith e Hill (1993) encontraram maiores coeficientes de correlação entre teste e re-teste para PC e CTAn. Foi encontrado um coeficiente de correlação para a determinação da PC de 0,92 e 0,90 para homens e mulheres, respectivamente, e 0,80 para homens e 0,64 para mulheres na determinação da CTAn. Os valores da PC foram 5% maiores para homens e 6% maiores para as mulheres no re-teste em relação ao teste e não houve alteração na CTAn.

Whipp e Ward (1990) propuseram e identificaram um número de domínios baseados na resposta respiratória e metabólica ao exercício. No início do exercício moderado (abaixo do LL), o consumo de oxigênio (VO_2) aumenta exponencialmente, alcançando um estado estável dentro de 2 a 3 minutos, aproximadamente. Neste domínio, há um aumento transitório do lactato sanguíneo como resultado de um déficit de oxigênio no início do exercício, retornando aos níveis de repouso com o decorrer do tempo. Durante o exercício realizado no domínio pesado (acima do LL, mas abaixo da PC), o VO_2 aumenta exponencialmente para atingir um estado estável mais tardio, que pode ser maior que o valor esperado, e o lactato sanguíneo aumenta acima dos valores de repouso, mas não aumenta mais com o decorrer do tempo. Poole et al. (1988) demonstraram também que exercícios de carga constante no ciclismo abaixo da PC, resultam em valores estáveis de VO_2 e lactato sanguíneo. Poole et al. (1988) e Whipp e Ward (1990), observaram que durante o exercício realizado no domínio muito pesado (acima da PC, mas abaixo do $\text{VO}_{2\text{max}}$), o VO_2 e o lactato sanguíneo não atingem um estado estável, continuando a subir até o término do exercício. Por fim, Whipp e Ward (1990) demonstram a existência do

domínio severo (período curto de tempo e acima do VO_2max), no qual o VO_2 aumenta exponencialmente atingindo o VO_2max e o lactato sanguíneo aumenta abruptamente até ocorrer a exaustão do indivíduo. Portanto, a transição entre os vários domínios de exercício pode ser marcada pelo LL (para exercícios de moderados a pesados), pela PC ou VC (para exercícios pesados a muito pesados) e pelo VO_2max (para exercícios de muito pesados a severos). Então, para Poole et al. (1988) e Whipp e Ward (1990), parece correto afirmar que a PC ou VC pode demarcar a transição entre o domínio pesado e muito pesado, fornecendo uma medida não invasiva da MSSLAC.

Para Jones e Carter (2000), estas variáveis têm se mostrado bastante úteis para avaliar a tolerância ao exercício, para prescrever o treinamento e prever a performance. Porém, para Smith e Jones (2001), em alguns indivíduos, a escolha da intensidade correspondente à VC pode resultar em uma estimativa incorreta para determinar a intensidade de exercício entre o domínio pesado e muito pesado (MSSLAC).

Moritani et al. (1981) estenderam o conceito de PC para o ciclismo e fornecem evidências da natureza aeróbia da PC. Neste estudo, os autores verificaram uma correlação significativa da PC com o limiar ventilatório (LV), não sendo esta validade afetada pela hipóxia. De modo semelhante, Housh et al. (1991), que analisaram 20 indivíduos do sexo masculino, praticantes de atividades de intensidade moderada a alta, relatam que a PC (230 W) foi significativamente maior (28%) que a potência média associada com o limiar anaeróbio individual (180 W), embora as 2 mensurações fossem moderadamente correlacionadas ($r = 0,62$).

McLellan e Cheung (1992) utilizaram o modelo potência-1/tempo em 14 sujeitos do sexo masculino (sete ciclistas e sete estudantes regularmente ativos) e

encontraram valores de PC de 265 W, sendo 13% maior que o limiar anaeróbio individual (235 W). Moritani et al. (1981) encontraram valores bastante próximos da PC e o limiar ventilatório (LV) em 8 homens e 8 mulheres. Os autores encontraram uma alta correlação entre as duas variáveis ($r = 0,92$).

Para Hill (1993), a PC está relacionada ao limiar de fadiga, limiares ventilatório e lactato, e ao VO_{2max} , e fornece parâmetros para a avaliação da performance predominantemente aeróbia, além de ter se mostrado altamente reprodutiva e sensível ao treinamento (GAESSER; WILSON, 1988; NEBELSICK-GULLETT et al., 1988).

Gaesser et al. (1995) estimaram a PC através de 5 modelos matemáticos em 16 indivíduos fisicamente ativos, mas sem nenhum treinamento em ciclismo, e encontraram no modelo proposto por Morton (1996) que é o modelo hiperbólico 3 [$P = CT_{An} \times (1/t) + PC$], uma estimativa da PC significativamente menor do que nos outros modelos e nenhuma diferença em relação ao LV.

Smith e Jones (2001) avaliaram na corrida a relação entre a VC com a velocidade na MSSLAC e a velocidade no LL em 8 sujeitos do sexo masculino com idade média de 28 anos, praticantes de atividades esportivas recreacionais e, um VO_{2max} médio de $54,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Não foi encontrado diferença significativa entre as velocidades correspondentes à VC ($14,4 \pm 1,1 \text{ km/h}$), à MSSLAC ($13,8 \pm 1,1 \text{ km/h}$) e ao LL ($13,7 \pm 0,8 \text{ km/h}$) ou entre a frequência cardíaca (FC) na MSSLAC ($172 \pm 6 \text{ bpm}$) e no LL ($175 \pm 12 \text{ bpm}$).

Poole et al. (1988) e Poole et al. (1990) colocaram os sujeitos para exercitarem-se na PC e estes realizaram o exercício durante 24 minutos em média. Apresentaram durante o exercício um platô no VO_2 , lactato sanguíneo e pH sanguíneo,

enquanto que em intensidades acima da PC houve um aumento do VO_2 e do lactato, com uma diminuição no pH. Outros autores (JENKINS; QUIGLEY, 1990; JENKINS; QUIGLEY, 1992; GAESSER et al., 1995) têm mostrado que exercícios realizados na PC geralmente não podem ser sustentados por mais de 40 minutos.

Pepper et al. (1992) avaliaram o conceito de VC aplicado na esteira, utilizando 10 sujeitos do sexo masculino. Os participantes se exercitaram até a exaustão em diferentes velocidades. Os resultados mostraram que a VC superestima a velocidade que pode ser sustentada por uma hora. Somente 8 sujeitos puderam sustentar 85% da VC por 60 minutos. Enquanto que o uso do conceito de VC permitiu uma estimação precisa do tempo de exaustão para exercícios de alta intensidade (com a exaustão ocorrendo em menos do que 10 minutos), o tempo de predição para velocidades baixas foi bastante superestimado.

McLellan e Cheung (1992) realizaram um trabalho onde 14 indivíduos do sexo masculino deveriam sustentar a PC por 30 minutos, tendo somente 1 indivíduo conseguido este tempo. O tempo médio de exaustão foi de 20,5 minutos e o menor tempo foi de 12 minutos. A média da concentração do lactato sanguíneo durante os 15 primeiros minutos foi de 6,8 mM. Os autores concluíram que o método usado para mensurar a PC superestima a taxa metabólica associada com a resposta do lactato sanguíneo na MSSLAC.

Overend et al. (1992) avaliaram o conceito de PC em 12 homens com 71 anos de idade, e em 13 homens com 23 anos de idade. Todos conseguiram se exercitar na PC por 24 minutos. Embora houvesse relato de que poderiam continuar, os indivíduos apresentaram no vigésimo quarto minuto, uma concentração de lactato sanguíneo de 8,1 mM para os homens jovens e 6,5 mM nos indivíduos mais velhos.

Housh et al. (1989) estimaram a PC em 14 indivíduos do sexo masculino e encontraram uma média de 33 minutos no tempo de exaustão, com uma variação de 18 a 60 minutos. Estes autores concluíram que a PC excedeu em 17% a potência que poderia ser sustentada por uma hora.

Scarborough et al. (1991) usaram, em cinco tentativas, o modelo da relação hiperbólica potência-tempo para estimar a PC, e testaram a PC nos indivíduos em 2 ocasiões. A média do tempo de exaustão na primeira ocasião foi de 43 minutos, com variação de 14,75 a 90 minutos, e na segunda ocasião, foi de 51 minutos com variação de 24,8 a 90 minutos. Eles relatam assim como Housh et al. (1991), que há uma considerável variabilidade no tempo de exaustão na PC.

Portanto, Housh, Housh e Bauge (1989), Jenkins e Quigley (1992) e McLellan e Cheung (1992), relatam que a PC superestima a potência que pode ser mantida "por um longo período de tempo". Em geral, estes estudos têm mostrado que a maioria dos sujeitos foi capaz de pedalar menos de 60 minutos em sua PC (BULL et al., 2000).

2.5 - Capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn)

Outra capacidade física que tem sido frequentemente analisada em atletas praticantes de esportes coletivos é a capacidade anaeróbia. A determinação do máximo déficit acumulado de oxigênio (MDAO) tem sido considerada por muitos autores (HERMANSEN; MEDBO, 1984; MEDBO et al., 1988; CALBET; CHAVARREN; DORADO, 1997), o "padrão ouro" para a avaliação da capacidade anaeróbia. O MDAO corresponde à máxima quantidade de energia fornecida através do metabolismo anaeróbio, que irá atender a demanda energética inicial do exercício, a qual não é

preenchida através do metabolismo aeróbio, em função do ajuste lento que o VO_2 apresenta no início do exercício.

Entretanto a determinação do MDAO é restrita a laboratórios que podem determinar diretamente o VO_2 , limitando a sua utilização. Assim, outros índices têm tido a sua validade analisada para estimar a capacidade anaeróbia. Um destes índices é a capacidade de trabalho anaeróbia (CTAn), que pode ser determinada também pela relação $W_{\text{lim}} \times T_{\text{lim}}$. Assim, a relação $W_{\text{lim}} \times T_{\text{lim}}$ fornece medidas de aptidão específicas, combinando produção de energia e eficiência mecânica em apenas uma variável, não necessitando de equipamentos caros e procedimentos invasivos. Portanto, o conceito da relação $W_{\text{lim}} \times T_{\text{lim}}$ é atrativo, porque possibilita a determinação de uma variável aeróbia e uma anaeróbia, através de um único teste, usando somente um ergômetro (bicicleta, esteira, remo, esqui, *swimming-flume*) ou uma pista de atletismo ou piscina, e um cronômetro.

Monod e Scherrer (1965) descrevem a CTAn como sendo a reserva de energia muscular anaeróbia. Segundo Hill (1993) a CTAn corresponde ao intercepto no eixo y, na relação linear trabalho-tempo (Figura 6), ao grau de curvatura na relação hiperbólica potência-tempo, e a inclinação da reta na relação linear (potência - 1)/tempo.

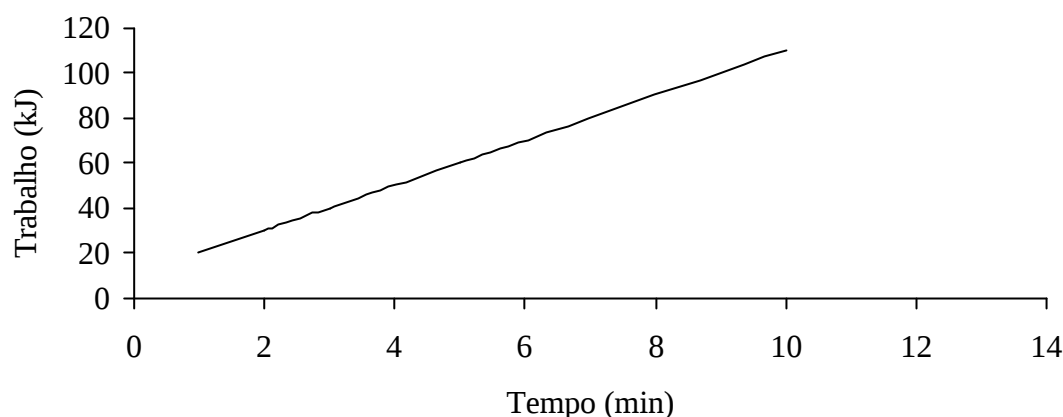


Figura 6. Capacidade de trabalho anaeróbio correspondente ao intercepto eixo y.

Moritani et al. (1981) notaram que a CTAn não foi modificada quando as tentativas foram desempenhadas enquanto os indivíduos respiravam uma mistura de gás com baixa concentração de oxigênio (hipóxia), confirmando desta forma, a natureza anaeróbia deste parâmetro.

Nebelsick-Gullett et al. (1988) encontraram uma correlação de 0,74 entre a CTAn derivada da relação linear trabalho-tempo e os valores obtidos no teste de Wingate (TW). Entretanto, foi observada uma diferença de 20% na média dos valores entre os dois índices. Da mesma forma, Vandewalle et al. (1989) encontraram uma correlação de 0,69 e, apesar dos resultados serem similares aos constatados por Nebelsick-Gullett et al. (1988), eles questionaram a validade da CTAn e do teste de Wingate de 30 segundos como estimativa da capacidade anaeróbia.

Hill (1993) aponta que os resultados destes estudos sugerem que a CTAn é relacionada à quantidade de trabalho desempenhada no TW, e que este teste tem um significativo componente anaeróbio. Entretanto, faz ressalvas sobre a validade da

capacidade anaeróbia determinada através do TW, podendo ser prematuro, portanto, concluir sobre a validade da CTAn como preditora da capacidade anaeróbia.

Jenkins e Quigley (1991) avaliaram a validade da CTAn como uma estimativa da capacidade anaeróbia, por meio da relação seus valores com o trabalho total desempenhado durante 5 tiros máximos de 1 minuto. Este teste foi criado para extrair a maior contribuição da glicogenólise durante o exercício. A CTAn foi determinada em 9 sujeitos do sexo masculino que desempenharam 3 tentativas máximas no ciclismo (300, 350 e 400 W). A capacidade de trabalho no exercício descontínuo foi avaliada verificando o desempenho de 5 tiros máximos de 1 minuto, separado por 5 minutos de recuperação. Foi encontrada uma boa correlação ($r = 0,74$) entre a CTAn (média = 150,3 kJ) e o trabalho total completado no teste de exercício intervalado máximo (média = 130,9 kJ).

Vandewalle et al. (1987; 1989) sugerem que a mensuração do MDAO durante exercício de carga constante, pode fornecer a estimativa mais válida da capacidade anaeróbia. Apesar desta afirmativa, Jenkins e Quigley (1991) não observaram correlação significativa ($r = 0,16$) entre a CTAn e MDAO. Hill e Smith (1993) compararam em 26 sujeitos (13 homens e 13 mulheres), estudantes de educação física com idade média de 23 anos, a CTAn determinada através do modelo hiperbólico potência-tempo, com o MDAO. Houve uma forte correlação entre as duas estimativas da capacidade anaeróbia ($r = 0,77$, $p < 0,01$) entre todos os 26 sujeitos. Para as mulheres, os valores médios da CTAn (179 J/kg) variaram 1% acima da média do valor do MDAO (177 J/kg), mas esta variável apresentou uma moderada correlação ($r = 0,55$) com o MDAO. Para os homens, os valores variaram 5%, 224 e 235 J/kg,

respectivamente, mas apesar desta maior variação, houve uma correlação mais alta entre estas variáveis ($r = 0,78$).

Segundo Hill (1993), o treinamento de endurance pode aumentar o valor da PC e é esperado que o treinamento de alta intensidade possa aumentar o valor da CTAn. Gaesser e Wilson (1988) determinaram a PC e a CTAn através do modelo linear potência-1/tempo. Neste estudo, 11 voluntários foram divididos em dois grupos de treinamento: o primeiro realizou treinamento contínuo e pedalou durante 40 minutos a 50% do VO_{2pico} (consumo de oxigênio pico), e o segundo grupo realizou treinamento intervalado com execução de 10 tiros de 2 minutos a 100% do VO_{2pico} . Todos os indivíduos treinaram ciclismo estacionário 3 vezes por semana durante 6 semanas. A PC aumentou 15% após o treinamento intervalado e 13% após o treinamento contínuo, verificando melhoria em todos os indivíduos. A CTAn não foi estatisticamente diferente após o treinamento em nenhum dos grupos.

Poole et al. (1990) realizando um experimento semelhante ao estudo anterior (GAESSER; WILSON, 1988), treinaram seus indivíduos 3 dias por semana durante 7 semanas. O treinamento realizado no ciclismo estacionário foi de 10 tiros de 2 minutos a 105% do VO_{2pico} . A PC e o VO_{2pico} aumentaram em média 10% e 15%, mas o aumento não foi significativamente correlacionado ($r = 0,52$). A CTAn não se alterou significativamente.

Jenkins e Quigley (1993) analisaram 8 participantes que treinaram 5 tiros máximos de 1 minuto com intervalo de 5 minutos entre cada tiro no ciclismo a uma carga de 0,736 N/kg. O treinamento foi realizado 3 vezes por semana, durante 8 semanas. Antes e após o treinamento, a PC e a CTAn foram determinadas através do modelo linear trabalho-tempo e os dados foram coletados através de 3 tentativas (300,

348 e 396 W), com intervalo entre as mesmas de 3 horas. A análise de co-variância revelou um aumento de 49% na CTAn (de 13,4 a 20,0 kJ) e nenhuma mudança na PC.

Segundo Hill (1993) estes estudos sugerem que a CTAn é aumentada após um treinamento de alta intensidade e de características anaeróbias e a PC é aumentada após um treinamento de endurance com características aeróbias, indicando a validade dos índices.

2.6 - Teste de Wingate

Segundo Jacobs (1980), o Teste de Wingate (TW) foi desenvolvido em 1970 no Instituto Wingate de Israel, e atualmente, é o teste mais utilizado para a avaliação da potência e da capacidade anaeróbia. Este teste pode ser realizado com a utilização de uma bicicleta ergométrica ou em um ergômetro de braço. O indivíduo que se propõe a realizar o teste, deve exercer um esforço máximo durante 30 segundos contra uma carga constante. O desempenho pode ser expresso como potência máxima (a maior potência produzida durante 5 segundos de teste e indica teoricamente a velocidade máxima com que o sistema ATP-CP produz ATP); como potência média (a potência média representa a potência obtida durante todo o teste, sendo determinada ao dividir-se o trabalho total completado durante o teste pela duração do teste) e; pelo índice de fadiga (diferença entre a potência máxima e a potência mínima dividida pela potência máxima). A potência máxima ocorre normalmente nos primeiros segundos do teste, e a menor potência é registrada durante os últimos cinco segundos. O declínio da potência máxima durante o teste é utilizado como um índice de capacidade anaeróbia e, supostamente, representa a capacidade máxima de produção de ATP por meio de uma combinação do sistema ATP-CP e da glicólise.

Bar-Or et al. (1980) e Kaczowski et al. (1982) afirmam que valores mais altos para as potências máxima e média durante o TW, estão associados com a capacidade de alcançar um ritmo mais alto de produção de ATP através do sistema ATP-CP e da glicólise anaeróbia e, portanto, uma concentração mais alta de lactato muscular com um exercício máximo.

Estes autores mencionam ainda, que existe uma boa relação entre potência máxima e potência média, com o percentual de fibras de contração rápida (Tipo II). Froese e Houston (1987) verificaram níveis significantes de correlação entre o percentual de fibras de contração rápida do músculo vasto lateral com a potência pico (0,81) e o trabalho total realizado (0,63) no TW. Da mesma forma, Esbjornsson et al. (1993) verificaram uma relação da performance no TW com o percentual de fibras de contração rápida e a atividade da enzima glicolítica fosfofrutoquinase.

De acordo com Franchini (2001) entre os principais fatores que podem influenciar o desempenho no TW estão: a carga utilizada pois, cargas maiores fornecem maiores valores de potência pico (DOTAN; BAR-OR, 1983), o aquecimento prévio, a desidratação e a redução na massa corporal.

Bar-Or et al. (1980) relatam que a contribuição aeróbia no TW é de aproximadamente 13% a 28% do total de energia produzida durante o teste. Smith e Hill (1991) mencionam uma contribuição de 16% do metabolismo aeróbio, 56% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP, enquanto Serresse et al. (1988) acreditam que a contribuição é de 23% para o metabolismo aeróbio, 49% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP.

Calbet, Chavarren e Dorado (1997) avaliaram 19 sujeitos do sexo masculino, estudantes de Educação Física que se exercitavam regularmente, mas não

realizavam treinamento competitivo, e mostraram que o déficit de oxigênio no TW representa aproximadamente 80 a 90% do total da energia produzida, enquanto que Calbet et al. (2003), encontraram em ciclistas treinados em provas de velocidade, um valor 33% maior de déficit de oxigênio e um maior pico e maior potência média durante o TW, do que em ciclistas com treino de característica aeróbia. Portanto, Bar-Or et al. (1980) e Granier et al. (1995) narram que o TW é altamente dependente da energia fornecida através dos sistemas anaeróbios. Jacobs et al. (1982) verificaram reduções significativas na concentração de ATP, CP e glicogênio, como também maiores valores de lactato no músculo quadríceps, após um TW.

Entretanto, a contribuição dos sistemas energéticos durante o TW parece depender do nível e do tipo de treinamento (KAVANAGH; JACOBS, 1988; GRANIER et al., 1995), e do gênero (HILL; SMITH, 1993).

Alguns autores (EVANS; QUINNEY, 1981; DOTAN; BAR-OR, 1983; BULBULIAN; JEONG; MURPHY, 1996) propõem algumas equações para a seleção da resistência, ou seja, da carga utilizada durante o teste na bicicleta ergométrica, indicando 0,075 kp/kg para mulheres e 0,083 a 0,092 kp/kg para homens.

Muitos testes anaeróbios têm sido utilizados para a avaliação da capacidade anaeróbia. Entretanto, a validação destes testes apresenta uma certa dificuldade pelo fato de não existir um teste que seja considerado o padrão ouro (INBAR; BAR-OR; SKINNER, 1996).

Alguns pesquisadores analisaram a reprodutibilidade do TW, e verificaram valores de correlação entre 0,88 e 0,99, entre o teste e o reteste, quando o TW é realizado em condições ambientais padronizadas (BAR-OR, 1987; INBAR; BAR-OR; SKINNER, 1996). Weinstein et al. (1998) verificaram um valor de correlação

intra-classe de 0,98 para a potência média. Da mesma forma, verificaram uma alta reprodutibilidade para os valores de lactato pico (0,92) e frequência cardíaca (0,94) após o TW em 29 sujeitos, sendo 15 homens e 14 mulheres, de diversos níveis de treinamento e características físicas. Não foram encontradas diferenças significantes entre o teste e o re-teste em nenhuma das variáveis analisadas. Portanto, os autores mencionam que estas variáveis são mensurações confiáveis e podem ser usadas para a comparação entre os sujeitos.

Thomas e Nelson (1990) verificaram que quando comparado com testes de campo com características anaeróbias, realizados na natação e na corrida, os níveis de correlação encontrados do TW com o desempenho nestes testes são acima de 0,75, apesar da falta de especificidade do tipo de movimento.

Hawley et al. (1992) verificaram um nível de correlação de 0,63 entre a potência média obtida em um TW para membros superiores e a velocidade obtida num teste máximo de 50 m na natação é de 0,76 entre a potência média obtida em um TW para membros inferiores e a velocidade obtida no teste de 50 m.

Entretanto, Saltin (1990) propõe que a utilização do TW para avaliar a capacidade anaeróbia pode ser limitada pelo fato de outros fatores como características contráteis e a força muscular, que podem influenciar mais o rendimento neste teste do que a participação dos sistemas energéticos, além da especificidade do movimento não ser garantida.

Alguns pesquisadores verificaram a capacidade do TW em discriminar a performance entre indivíduos com diferentes modalidades, tipos e nível de treinamento. Horswill et al. (1989) verificaram maiores valores de potência pico absoluta, potência média absoluta e relativa em atletas de luta olímpica de elite em relação aos de nível

menor. Skinner e O'Connor (1987) verificaram maiores valores de potência pico relativa em levantadores de peso (12,6 W/kg) em relação a ultramaratonistas (11,9 W/kg) e corredores de 10 km (11,2 W/kg), apesar de a principal participação, no levantamento olímpico, seja dos membros superiores, e na corrida, dos membros inferiores.

Taunton, Maron e Wilkinson (1981) compararam meio-fundistas com fundistas e verificaram valores maiores de potência pico (61,4 kpm/min) nos meio-fundistas em relação aos fundistas (56,9 kpm/min). Portanto, o TW parece ser capaz de discriminar a performance em indivíduos com diferentes níveis e tipos de treinamento, e praticantes de quaisquer modalidades esportivas.

Para verificar a validade do TW ao treinamento anaeróbio, Grodjinovsky et al. (1980) analisaram o efeito de 8 semanas de treinamento de alta intensidade e curta duração no cicloergômetro ou na corrida, em indivíduos de 11 a 12 anos de idade, e verificaram uma melhora de 3 a 5% na potência pico e na potência média com os dois tipos de treinamento.

Skinner e O'Connor (1987) verificaram em levantadores de peso, ginastas (anaeróbias), lutadores olímpicos (intermediária), corredores de 10 km e ultramaratonistas (aeróbias), um aumento na potência pico somente nas modalidades anaeróbias e na intermediária, e um aumento na potência média em todas as modalidades, após 8 semanas de treinamento específico para cada modalidade.

A concentração pico de lactato obtida após o exercício tem sido utilizada também como um parâmetro de avaliação da capacidade anaeróbia. Ela pode fornecer informações sobre o estado de fadiga e a capacidade glicolítica (JACOBS, 1986).

Entretanto, para Green e Dawson (1993) a validade deste parâmetro é maior quando o tipo de recuperação e o local de obtenção da amostra de sangue são padronizados.

Como a concentração pico reflete a produção, transporte e a remoção de lactato, Bishop e Martino (1993) e Saltin (1990) propõem que o tempo de coleta após o exercício seja controlado, para garantir a obtenção do maior valor. Segundo alguns estudos, o maior valor pode ser obtido até seis minutos após o exercício (BISHOP; MARTINO, 1993) ou a 7,5 minutos após o exercício (VANDERWALLE et al., 1987).

Jacobs (1986) propõe que quando as condições são padronizadas, o pico de lactato é reproduzível. Weinstein et al. (1998) e Ready, Eynon e Cunningham (1981) constataram níveis de correlação de 0,92 e 0,81 para os valores de pico de lactato após um TW.

Alguns estudos analisaram a validade deste parâmetro para prever a capacidade anaeróbia. Berg e Keul (1985) observaram uma correlação de -0,75 entre a concentração de lactato e o tempo nos 400 m de corrida. Da mesma forma, Bruyn-Prevost e Sturbois (1990) verificaram uma correlação de 0,80 entre a concentração de lactato e o tempo de uma atividade anaeróbia.

Analisando a capacidade desta variável em refletir os efeitos do treinamento anaeróbio, Jacobs et al. (1987) constataram um aumento do lactato após um TW com o treinamento, e este aumento foi associado a um aumento de 17% na concentração de fosfofrutoquinase. Neste estudo, houve um aumento do lactato após o TW de 11,4 mM para 12,5 mM, após 6 semanas de treinamento supra-máximo.

Ready, Eynon e Cunningham (1981) verificaram um aumento de 9,8 mM para 15,9 mM na concentração de lactato obtida após um exercício anaeróbio, com um período de 6 semanas de treinamento aeróbio e anaeróbio.

Taunton, Maron e Wilkinson (1981) observaram um pico maior de lactato em atletas de meio-fundo (15 mM) do que em atletas de fundo (11,9 mM), em uma corrida de característica anaeróbia, realizada em esteira rolante.

3 - JUSTIFICATIVA

Em diversas modalidades esportivas, e particularmente no futebol, a avaliação física é imprescindível para que se conheça o atleta a ser treinado. É através dos resultados encontrados na avaliação, que se torna possível prescrever a intensidade adequada de treinamento, para a melhoria das capacidades fisiológicas que se pretende desenvolver, objetivando uma melhora no desempenho físico dos atletas. Além disso, é através da reavaliação que se pode analisar a eficácia do treinamento, ou mesmo em algumas ocasiões, analisar o quanto o atleta perdeu da sua capacidade funcional com o destreinamento.

Para estas finalidades, o TW e a resposta do lactato sanguíneo ao exercício (LAn e MSSLAC) são índices considerados válidos para a prescrição e controle dos efeitos do treinamento anaeróbio e aeróbio, respectivamente. Apesar desta ótima validade, poucas equipes esportivas, podem utilizar estes índices com a frequência necessária, já que os mesmos, necessitam de equipamentos específicos (ergômetros e lactímetros), tornando a avaliação um processo relativamente caro. Portanto, é importante que se possa analisar a validade de índices que não apresentem a necessidade de ergômetros e de coleta de sangue, permitindo que uma maior parcela da comunidade esportiva, possa utilizá-los na melhoria do treinamento de seus atletas e,

por meio dos resultados encontrados, prescrever o treinamento adequado. Dois índices que têm sido recentemente bastante investigados, são a CTAn e a VC. Estes índices apresentam a vantagem de serem determinados em um único protocolo, atendem o princípio da especificidade do movimento e possuem um baixo custo. Entretanto, poucos pesquisadores têm analisado a validade destes índices, particularmente durante a corrida realizada por atletas de esportes coletivos.

4 - OBJETIVOS

Deste modo, os objetivos deste estudo foram:

- a) Verificar a validade do LAn para estimar a MSSLAC em jogadores de futebol;
- b) Verificar a validade da VC em prever o LAn e a MSSLAC em jogadores de futebol;
- b) Verificar a validade da CTAn em estimar a capacidade anaeróbia em jogadores de futebol.

5 - MATERIAL E MÉTODOS

5.1 - Sujeitos

Para a realização deste estudo, foram selecionados indivíduos que apresentaram boas condições de saúde, as quais foram comprovadas através da realização de um exame médico realizado antes do início deste estudo.

Os voluntários assinaram um termo de consentimento formal (apêndice A), estando cientes dos protocolos que foram realizados, e também foram informados sobre o tipo de vestimenta a ser utilizada para a realização dos testes, os alimentos que deveriam ingerir na última refeição antes das avaliações, e as recomendações sobre o treinamento no dia anterior aos testes.

Participaram deste estudo, 31 jogadores divididos em dois grupos: o Grupo I formado por 13 indivíduos e o Grupo II composto por 18 indivíduos, todos jogadores de futebol do sexo masculino, com pelo menos 1 ano de experiência profissional na modalidade. O Grupo I treinava 4 vezes por semana, em dois períodos: de manhã e à tarde. Realizavam um total de 7 sessões semanais, sendo 2 de treino físico, 4 técnico-táticas e 1 coletivo, totalizando dez horas semanais de treinamento. Durante o período de realização do estudo estavam participando do Campeonato Paulista - série B, que se encontrava no término da primeira fase (Quadro 1). O Grupo II treinava 5 vezes

por semana, em dois períodos: de manhã e à tarde. Realizavam 1 sessão de treino físico, 7 sessões de treinamento técnico-tático e 2 coletivos, totalizando quinze horas semanais de treinamento. Durante o período de realização do estudo estavam retornando de um período de férias de 30 dias (Quadro 2).

Quadro 1. Treinamento semanal realizado pelos atletas do Grupo I.

GRUPO I	Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Domingo
	Manhã	tarde	manhã	tarde	Manhã	Tarde	manhã	tarde	tarde
Técnico-tático		X		X		X	X		
Coletivo								X	
Preparação física	X				X				
Jogo									X
N.º de sessões semanais	7 sessões semanais								
Volume diário (horas)	1,5	1		2	1,5	1	1,5	1,5	1,5
Volume total de treinamento (horas)	10 semanais								

Quadro 2. Treinamento semanal realizado pelos atletas do Grupo II.

GRUPO II	Terça-feira		Quarta-feira		Quinta-feira		Sexta-feira		Sábado	Domingo
	Manhã	Tarde	manhã	tarde	manhã	Tarde	manhã	tarde	manhã	Tarde
Técnico-tático	X	X	X	X		X	X	X		
Coletivo					X				X	
Preparação física			X							
Jogo										X
N.º de sessões semanais	10 sessões semanais									
Volume diário (horas)	1,5	1,5	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Volume total de treinamento (horas)	15 semanais									

5.2 - Dados antropométricos

Foram obtidos dados referentes à estatura (cm), massa corporal (kg) e idade (anos) dos sujeitos do Grupo I e Grupo II. A massa corporal foi obtida utilizando uma balança do tipo Fillizola com precisão de 0,1 kg. Primeiramente, a balança foi

calibrada e posteriormente o sujeito se posicionou de pé e de costas sobre a plataforma da mesma, e foi realizado o ajuste do peso na graduação de cargas da própria balança. A estatura foi obtida através do estadiômetro existente para esta finalidade na balança, com precisão de 0,5 centímetro. Para a mensuração da estatura, o sujeito ficou em posição ortostática, com os pés unidos, braços ao longo do corpo com o olhar no horizonte. O indivíduo realizou uma inspiração máxima profunda, e em seguida sua estatura foi medida. A idade em anos foi determinada por meio do levantamento da data de nascimento dos sujeitos e a idade considerada até a data do primeiro teste realizado.

5.3 - Protocolos

O grupo I realizou testes para a determinação das variáveis aeróbias limiar anaeróbio, máxima fase estável de lactato sanguíneo, e velocidade crítica. O Grupo II realizou testes para a determinação das variáveis anaeróbias capacidade de trabalho anaeróbio, potência pico, trabalho total, índice de fadiga e lactato pico no teste de Wingate. Estas avaliações foram feitas em momentos diferentes.

5.3.1 - Grupo I

5.3.1.1 - Determinação do limiar anaeróbio

Para a determinação do limiar anaeróbio (LAn), os sujeitos do Grupo I, realizaram uma série de alongamentos, visando principalmente os membros inferiores e aqueceram durante cinco minutos na esteira rolante (IMBRAMED SUPER ATL, Porto Alegre, RS) numa velocidade de 6 km/h. Após o aquecimento, foi realizado um teste incremental com velocidade inicial de 8 km/h, e incrementos de 2 km/h a cada 3 minutos, com 20 segundos de pausa entre cada estágio, até a exaustão voluntária. A

inclinação na esteira foi mantida em 1% para simular a corrida em pista (HECK et al., 1985). Entre cada estágio, houve uma pausa de 20 segundos para a coleta de amostras de sangue do lóbulo da orelha (25 µl) para análise da concentração do lactato sanguíneo (YSL 1500 STAT, Yellow Springs, OH). A determinação da velocidade correspondente a 3,5 mM de lactato sanguíneo foi feita por interpolação linear, entre as concentrações de lactato e suas respectivas velocidades (LAn) (HECK et al., 1985).

5.3.1.2 - Determinação da máxima fase estável do lactato sanguíneo

Para a determinação da máxima fase estável de lactato (MSSLAC), os sujeitos do Grupo I, realizaram um aquecimento semelhante ao descrito anteriormente. Os sujeitos realizaram baterias de testes contínuos em dias diferentes, onde a velocidade era mantida constante em cada bateria e, com até 30 minutos de duração. A primeira bateria foi feita na velocidade correspondente ao LAn. No 10^o e 30^o minuto de cada bateria foram feitas pausas de 20 segundos e realizadas coletas de sangue do lóbulo da orelha (25 µl) para análise da concentração do lactato sanguíneo. Quando os sujeitos não conseguiram completar o teste, ou quando a diferença das concentrações de lactato sanguíneo entre o 10^o e 30^o minuto foi maior do que 1 mM, a velocidade foi diminuída em 0,5 km/h e em outro dia o sujeito fez uma nova tentativa. Quando a diferença entre as concentrações de lactato sanguíneo entre o 10^o e 30^o minuto foi menor do que 1 mM, a velocidade foi aumentada em 0,5 km/h e o sujeito realizou uma nova tentativa em outro dia. A MSSLAC foi definida como sendo a maior intensidade de exercício que os sujeitos conseguiram correr durante 30 minutos, com uma diferença da concentração entre o 10^o e 30^o minuto menor ou igual a 1 mM. A concentração de lactato sanguíneo

correspondente à MSSLAC foi calculada como sendo o valor médio da concentração do lactato sanguíneo entre o 10^o e 30^o minuto.

5.3.1.3 - Determinação da velocidade crítica

Os sujeitos do Grupo I, realizaram dois tiros em uma pista de atletismo, em velocidades máximas que permitiram um tempo de exaustão entre 3 e 10 minutos, aproximadamente. As distâncias utilizadas para tal finalidade foram de 1500 e 3000 metros. A velocidade crítica (VC) foi determinada através do modelo linear distância-tempo, e correspondeu à inclinação (b) da reta de regressão linear entre a distância e seu respectivo tempo obtido em cada repetição.

5.3.2 - Grupo II

5.3.2.1 - Determinação da capacidade de trabalho anaeróbio

A determinação da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) foi feita com a utilização do mesmo protocolo de determinação da VC, mas apenas, com os sujeitos do Grupo II. Esta variável correspondeu ao intercepto-y da reta de regressão linear entre a distância e seu respectivo tempo obtido em cada repetição.

5.3.2.2 - Determinação da potência pico, trabalho total, índice de fadiga e lactato pico no teste de Wingate

O TW foi realizado numa bicicleta (CYBEX 700C CYCLE). Antes do início do teste, a altura do banco da bicicleta foi ajustada de acordo com o tamanho dos membros inferiores de cada sujeito do Grupo II. Os mesmos, aqueceram durante 5 minutos numa intensidade suficiente para causar um aumento da frequência cardíaca

para aproximadamente 150 a 160 bpm. Após 2 minutos de repouso, os sujeitos iniciaram o teste pedalando o mais rápido possível durante 30 segundos. A resistência do ergômetro foi ajustada para obter uma sobrecarga correspondente a 0,090 kp/kg da massa corporal (BAR-OR, 1987; VANDEWALLE, et al., 1985). A capacidade anaeróbia foi calculada como o trabalho total desempenhado durante o período de 30 segundos. Além disso, foi determinada a potência máxima, como sendo a maior intensidade alcançada durante os 5 primeiros segundos do teste. O índice de fadiga, que foi expresso em termos percentuais, foi determinado pela diferença entre a potência máxima e a potência mínima, dividida pela potência máxima.

5.4 - Determinação da frequência cardíaca, coleta de sangue e dosagem de lactato durante os testes

5.4.1 - Determinação da frequência cardíaca

Durante os testes, a frequência cardíaca (FC) foi monitorada diretamente nos sujeitos do Grupo I e do Grupo II, utilizando um frequencímetro (Polar® X-Trainer Plus, Kempele, Finland).

5.4.2 - Coleta de sangue e dosagem de lactato

Para a análise do lactato sanguíneo nos sujeitos do Grupo I e do Grupo II, foram coletados 25 µl de sangue arterializado do lóbulo da orelha, utilizando-se capilares de vidro heparinizados e calibrados. Durante a coleta de sangue, a punção do lóbulo da orelha foi feita por meio da utilização de uma lanceta descartável, com assepsia local com álcool e algodão e foram utilizadas luvas cirúrgicas descartáveis

pelos avaliadores. A primeira gota de sangue foi descartada para evitar a contaminação da gota de sangue pelo suor produzido pelas glândulas sudoríparas. Após cada coleta, o sangue foi imediatamente depositado em tubos tipo eppendorf de 1,5 ml contendo 50 µl de fluoreto de sódio a 1%. As amostras, posteriormente, foram armazenadas em recipiente térmico com gelo e levadas ao laboratório para serem analisadas e determinadas as concentrações de lactato por meio da utilização de um analisador de lactato (YSL 1500 STAT, Yellow Springs, OH). Este aparelho utiliza uma membrana biológica de celulose acetato que contém a enzima L-lactato oxidase, ajustada sobre um eletrodo de platina, fazendo a mensuração do lactato através de um método eletroquímico.

5.5 - Análise estatística

Os dados coletados foram expressos em média $\pm$ DP. A comparação entre os valores de LAn, MSSLAC e VC no Grupo I, foi feita através da ANOVA ONE-WAY, complementada pelo teste de Tukey. A comparação dos valores de FC correspondentes ao LAn e à MSSLAC no Grupo I foi feita através do teste *t* Student para dados pareados. A correlação entre o LAn, MSSLAC e VC no Grupo I, e entre a CTAn e os índices obtidos no teste de Wingate no Grupo II, foi feita através do teste de correlação de Pearson. Em todos os testes foi adotado um nível de significância de $p \leq 0,05$.

6 - RESULTADOS

6.1 - Grupo I

6.1.1 - Avaliação aeróbia

Os valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura corporal dos indivíduos que participaram do Grupo I estão presentes na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC) do Grupo I (N = 13).

	IDADE	MASSA CORPORAL	ESTATURA	IMC	%GC
	(anos)	(kg)	(m)	(kg/m^2)	
MÉDIA	21,4	70,9	1,77	22,47	12,0
DP	1,04	8,18	0,06	1,50	2,16

A Tabela 2 apresenta os valores médios $\pm$ DP das velocidades (km/h) correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC), e à velocidade crítica determinada através das distâncias de 1500 e 3000 m ($\text{VC}_{1500/3000}$) do Grupo I. Não houve diferença significativa entre o LAn e a

MSSLAC e entre o LAn e a VC ($P > 0,05$). Porém, a VC foi maior ($P < 0,05$) do que a MSSLAC.

Tabela 2. Valores médios $\pm$ DP das velocidades (km/h) correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC) e à velocidade crítica determinada através das distâncias de 1500 e 3000 m (VC_{1500/3000}) do Grupo I (N = 13).

	LAn (km/h)	MSSLAC (km/h)	VC _{1500/3000} (km/h)
MÉDIA	13,9	13,3	14,5
DP	1,75	1,33	1,09*

* $p < 0,05$ em relação à MSSLAC.

A Tabela 3 apresenta os valores médios $\pm$ DP das concentrações de lactato sanguíneo obtidas no 10^o (LAC 10 min) e 30^o minuto (LAC 30 min), a média da concentração correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e a concentração correspondente ao limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), para o Grupo I. Não houve diferença significativa entre os valores na MSSLAC e no LAn ($P > 0,05$).

Tabela 3. Valores médios $\pm$ DP das concentrações de lactato sanguíneo (mM) obtidas no 10^o (LAC 10 min) e 30^o minuto (LAC 30 min), a média da concentração correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e a concentração correspondente ao LAn, do Grupo I (N = 13).

	LAC 10 min (mM)	LAC 30 min (mM)	MSSLAC (mM)	LAn (mM)
MÉDIA	3,34	4,02	3,68	3,5
DP	0,78	0,94	0,84	0,0

A Tabela 4 apresenta os valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca (FC) obtida no 10^o (FC 10 min) e 30^o minuto (FC 30 min), a média da frequência

correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e o limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), e o percentual da frequência cardíaca máxima correspondente à MSSLAC (% FCM MSSLAC) e o LAn (% FCM LAn), para o Grupo I. Não houve diferença significativa entre os valores na MSSLAC e no LAn. ($P > 0,05$).

Tabela 4. Valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca (FC) (bpm) obtida no 10^o (FC 10 min) e 30^o minuto (FC 30 min), a média da frequência correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e o limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), e o percentual da frequência cardíaca máxima correspondente à MSSLAC (% FCM MSSLAC) e o LAn (% FCM LAn), no Grupo I (N = 13).

	FC 10 min (bpm)	FC 30 min (bpm)	MSSLAC (bpm)	LAn (bpm)	% FCM MSSLAC	% FCM LAn
MÉDIA	172,8	180,7	176,7	180,0	89,3	91,0
DP	11,48	8,72	9,88	10,69	3,84	4,49

Os valores de correlação (r) do LAn com a MSSLAC (0,80), como também da $VC_{1500/3000}$ com o LAn (0,90) e a MSSLAC (0,87) foram todos estatisticamente significantes ($P < 0,05$).

A Tabela 5 apresenta valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca máxima (FCM), velocidade máxima ($V_{a_{max}}$) e lactato sanguíneo pico (LAC_{pico}) obtidos ao final do teste incremental, para o Grupo I.

Tabela 5. Valores médios $\pm$ DP da frequência cardíaca máxima (FCM), velocidade máxima ($V_{a_{max}}$) (km/h) e lactato sanguíneo pico (LAC_{pico}) (mM), do Grupo I (N = 13).

	FCM (bpm)	$V_{a_{max}}$ (km/h)	LAC_{pico} (mM)
MÉDIA	197,8	18,9	11,3
DP	5,18	1,11	2,44

6.2 - Grupo II

6.2.1 - Avaliação anaeróbia

A Tabela 6 apresenta os valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura corporal dos indivíduos que participaram do Grupo II.

Tabela 6. Valores médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC), do Grupo II (N = 18).

	IDADE (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	ESTATURA (m)	IMC (kg/m^2)	%GC
MÉDIA	16,8	67,9	1,80	21,50	11,7
DP	1,26	6,16	0,05	1,53	1,51

A Tabela 7 apresenta os valores médios $\pm$ DP da performance obtida nas distâncias de 1.500 e 3.000 m, e da capacidade de trabalho anaeróbio obtida através da combinação entre as distâncias de 1.500 e 3.000 m (CTAn_{1500/3000}), para o Grupo II.

Tabela 7. Valores médios $\pm$ DP da performance (s) obtida nas distâncias de 1.500 e 3.000 m, e da capacidade de trabalho anaeróbio obtida através da combinação entre as distâncias de 1.500 e 3.000 m (CTAn_{1500/3000}) (m), do Grupo II (N = 18).

	1500 m (s)	3000 m (s)	CTAn _{1500/3000} (m)
MÉDIA	330,9	754,9	326,1
DP	19,75	47,60	67,07

A Tabela 8 apresenta os valores médios $\pm$ DP da potência máxima (Pmax) e trabalho total (TT) em valores absolutos e relativos à massa corporal, o índice de fadiga (IF) e o lactato pico (LAC_{picoW}), obtidos no teste de Wingate, para o Grupo II.

Tabela 8. Valores médios $\pm$ DP da potência máxima (Pmax) (w) e trabalho total (TT) (j) em valores absolutos e relativos à massa corporal, o índice de fadiga (IF) (%) e o lactato pico (LAC_{picoW}) (mM), obtidos no teste de Wingate, do Grupo II (N = 18).

	Pmax	TT	Pmax	TT	IF	LAC _{picoW}
	(W)	(J)	(w/kg)	(j/kg)	(%)	(mM)
MÉDIA	774,9	17823	11,4	260,7	42,1	12,7
DP	100,67	2242	0,92	20,01	8,01	2,05

Os valores de correlação (r) da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) com a potência máxima (Pmax) e o trabalho total (TT) em valores absolutos (0,41 e 0,48, respectivamente) e relativos à massa corporal (0,32 e 0,45, respectivamente), o índice de fadiga (IF) (-0,17) e o lactato pico (LAC_{picoW}) (-0,03), não foram estatisticamente significantes ($P > 0,05$).

7 - DISCUSSÃO

7.1 - Variáveis relacionadas ao rendimento aeróbio e anaeróbio no futebol

O futebol é uma modalidade de característica intermitente, onde esforços de alta intensidade e curta duração, são intercalados com atividades moderadas e leves de longa duração. Porém, em função da duração da partida (90 minutos), além de um bom desenvolvimento da potência anaeróbia, é essencial um bom condicionamento aeróbio que permita uma melhor restauração dos fosfatos de alta energia, como também a manutenção de uma maior velocidade média, particularmente no final da partida.

Alguns pesquisadores têm verificado, que o condicionamento aeróbio é importante para a performance dos jogadores durante a partida (AZIZ; CHIA; TEH, 2000; HELGERUD et al., 2001). Isto pode contribuir para que os atletas consigam manter uma maior velocidade média durante o jogo, já que a distância percorrida durante uma partida é de 8 a 12 km, em média (BANGSBO; LINDQUIST, 1992; REILLY, 1997). Além disso, uma boa capacidade aeróbia está relacionada com maiores depósitos de glicogênio, uma melhor remoção do lactato sanguíneo, e uma melhor recuperação dos estoques de creatina fosfato entre os esforços de alta intensidade que são realizados na partida.

A importância do condicionamento aeróbio para o futebol, pode ser verificada nos estudos que encontraram valores de moderados a elevados de VO_{2max} (60 - 65,5 ml/kg/min) (TUMILTY, 1993; CASAJUS, 2001), como também na intensidade média mantida durante uma partida (acima de 11 km/h e a aproximadamente 75% VO_{2max}) (BANGSBO; LINDQUIST, 1992; REILLY, 1997).

Em nosso estudo, o valor médio de velocidade correspondente ao LAn (13,9 km/h) foi semelhante ao obtido em jogadores de futebol em outros estudos (13,5 e 14 km/h) (HELGERUD et al., 2001; DENADAI et al., 2002).

De acordo com Reilly e Thomas (1976), no futebol há uma mudança a cada 6 segundos no tipo e intensidade dos movimentos durante uma partida. Apesar de percorrerem um pequeno percentual do jogo em corridas máximas (*sprint*) (0,7%) (DI SALVO; PIGOZZI, 1998), estes movimentos são essenciais para a execução dos fundamentos nesta modalidade. Neste tipo de deslocamento a participação do sistema anaeróbio alático é bastante importante, e portanto, um bom desenvolvimento da potência anaeróbia pode auxiliar bastante na qualidade de execução de movimentos, como por exemplo o chute, o passe, o cabeceio, além de permitir ao jogador a realização de corridas com alta capacidade de aceleração.

No presente estudo, a P_{max} expressa em valor absoluto (774,9 w) foi menor, porém semelhante em valor relativo (11,4 w/kg) à encontrada em jogadores de futebol de elite (AL-HAZZAA et al., 2001) (873,6 w e 11,8 w/kg, respectivamente). Neto et al. (2003) verificaram em jogadores juniores uma P_{max} que variou de 11,3 a 11,6 W/kg, sendo estas semelhantes entre as diferentes posições de jogo. Já no estudo de Silva (2003) o autor verificou um valor maior da P_{max} (14,8 W/kg) também em jogadores juniores. Possíveis diferenças na carga utilizada no TW, tipo e período do

treinamento realizado pelos atletas, bem como no tempo de experiência na modalidade podem ter influenciado nos diferentes resultados encontrados.

Portanto, tanto em termos aeróbios quanto anaeróbios, os jogadores pesquisados no presente estudo, parecem apresentar características bastante semelhantes aos de jogadores de futebol analisados em outros estudos.

7.2 - Validade da velocidade crítica para estimar a máxima fase estável de lactato sanguíneo

A potência crítica (PC) ou velocidade crítica (VC) tem sido proposta como um bom índice preditor da capacidade aeróbia na natação, no ciclismo e na corrida (POOLE et al., 1998; DEKERLE et al., 2002; DENADAI et al., 2003). Além disso, este índice apresenta elevados níveis de correlação (acima 0,80) com a performance aeróbia (HUGHSON; OROK; STAUDT, 1984; KRANENBURG; SMITH, 1996; DEKERLE et al., 2002) e se aproxima bastante da intensidade média mantida em eventos com duração próxima de 30 minutos na corrida (HUGHSON; OROK; STAUDT, 1984; KRANENBURG; SMITH, 1996) e na natação (DEKERLE et al., 2002). Em função disto, e da sua facilidade de obtenção, a VC pode ser uma forma interessante de se prescrever a intensidade do treinamento aeróbio, sem a necessidade da utilização de métodos sofisticados e/ou invasivos de determinação da capacidade aeróbia.

Neste trabalho, a VC foi determinada como sendo a inclinação (frequentemente chamada de b) da reta de regressão linear da relação distância x tempo, que de acordo com Smith e Jones (2001), tem se mostrado altamente linear ($r > 0,98$). Utilizando também um modelo linear para a determinação da VC, Hughson, Orok e Staudt (1984) verificaram em corredores de *cross-country*, uma correlação moderada (r

= 0,67) entre a VC e a performance de 10 km. Kranenburg e Smith (1996) determinaram em 9 corredores altamente treinados, a VC na pista (distância x tempo) (17,5 km/h) e na esteira (velocidade pré-determinada x tempo de exaustão) (18,0 km/h), e verificaram valores semelhantes entre si e altamente correlacionados ($r = 0,92$) com a performance de 10 km (17,5 km/h). Entretanto, são poucos os estudos que analisaram a validade da VC em estimar a resposta de lactato sanguíneo (LAn) ou a MSSLAC na corrida. Smith e Jones (2001) verificaram em indivíduos ativos uma baixa validade da VC determinada em esteira, em estimar a MSSLAC. Neste estudo, os valores da VC (14,4 km/h) e da MSSLAC (13,8 km/h) foram semelhantes estatisticamente, porém o nível de correlação entre eles ($r = 0,62$) não foi significativo. Os autores propuseram que a baixa correlação entre as variáveis, ocorreu em função do nível relativamente homogêneo dos indivíduos em termos de capacidade aeróbia (VC e MSSLAC).

No presente estudo, apesar das velocidades correspondentes à VC (14,5 km/h) e à MSSLAC (13,3 km/h) terem sido estatisticamente diferentes, houve uma elevada correlação entre as mesmas ($r = 0,90$). Note-se, que a correlação foi alta, apesar do nível relativamente homogêneo de condicionamento aeróbio dos indivíduos (baixo coeficiente de variação na VC e MSSLAC). Estes resultados antagônicos, podem ser explicados, em parte pelo menos, pelas diferentes metodologias utilizadas na determinação da VC. Smith e Jones (2001) utilizaram 4 tiros com intensidades entre 100 e 120% VO_{2max} na esteira até a exaustão (T_{lim}) do indivíduo. No presente estudo, foram utilizadas distâncias fixas (1500 e 3000 m) e seus respectivos tempos de execução. Billat et al. (1994) verificaram uma grande variabilidade intraindividual (CV = 25%) entre o teste e reteste no T_{lim} a 100% VO_{2max} em corredores treinados. Além disso, Gaesser e Wilson (1988); Taylor e Batterham (2002) verificaram uma baixa

reprodutibilidade da PC (potência x tempo de exaustão) no ciclismo e no ergômetro de braço, respectivamente. Por outro lado, Nicholson e Sleivert (2001) verificaram uma baixa variabilidade intraindividual ($CV = 3,7\%$) entre o teste e re-teste, no tempo do percurso de 10 km realizado em pista coberta de 400 m, em 30 (11 homens e 19 mulheres) corredores competitivos e recreacionais. Segundo Kranenburg e Smith (1996) os atletas preferem que seja informado o objetivo (por exemplo, correr uma distância o mais rápido possível) do que o objetivo de sustentar uma velocidade pelo maior tempo possível. Estes autores verificaram uma elevada correlação com a performance de 10 km, porém a VC determinada na pista (distância fixa) se igualou à velocidade média mantida no tiro, enquanto que a VC determinada na esteira (tempo de exaustão) superestimou a performance no tiro. Assim, a validade da utilização do tempo de exaustão (T_{lim}) para determinar a VC, pode explicar estes dados aparentemente antagônicos.

A PC ou VC pode apresentar uma desvantagem bastante importante, que é a necessidade da realização de 4 ou 5 cargas até a exaustão em dias diferentes, e que tenham durações entre 3 e 15 minutos (HILL, 1993; BISHOP; JENKINS; HOWARD, 1998). Entretanto, Housh, Housh e Bauge (1990) sugerem que a PC ou VC pode ser determinada através de 2 cargas que tenham durações entre 1 e 10 minutos e que tenham uma diferença de tempo entre si de pelo menos 5 minutos ou mais. Estas recomendações foram seguidas no presente estudo, pois os tempos do percurso de 1500 m (média = 330,9 s, 309 a 379 s) e 3000 m (média = 754,9 s, 682 a 874 s), estiveram dentro da duração e diferença de tempo propostas. Portanto, uma possível diminuição da validade da utilização de apenas 2 tiros no cálculo da VC, foi provavelmente eliminada.

A PC tem sido proposta como sendo uma demarcação entre as intensidades de esforço de domínio pesado e severo (GAESSER; POOLE, 1996), identificando o máximo esforço no qual o consumo de oxigênio e outros índices metabólicos (lactato, pH e íons bicarbonato) alcançam um estado estável. Entretanto, concordando com os resultados do presente estudo, alguns pesquisadores verificaram que a PC determinada durante o ciclismo (testes de laboratório e de campo) (PRINGLE; JONES, 2002; LUCAS et al., 2002) superestimou a MSSLAC e não representou uma intensidade que pode ser mantida em estado estável. Por outro lado, a relação entre a VC e a MSSLAC observada no presente estudo, e entre a PC e diferentes índices associados à resposta do lactato sanguíneo (OBLA, MSSLAC e LL) (PRINGLE; JONES, 2002; LUCAS et al., 2002) sugerem que a VC ou PC é um ótimo preditor da performance aeróbia, e que pode ser uma medida não-invasiva da capacidade aeróbia, quando não é possível ou desejável a mensuração do lactato sanguíneo.

7.3 - Validade do limiar anaeróbio para estimar a máxima fase estável de lactato sanguíneo

O limiar anaeróbio, determinado através de uma concentração fixa de lactato (OBLA, LAn) tem se mostrado válido para predizer a MSSLAC em estudos realizados na corrida, no ciclismo e na natação (JONES; DOUST, 1998; SIMÕES et al., 1999). A possibilidade de determinação deste índice através de um único teste, confere-lhe uma grande vantagem em relação ao protocolo para a determinação da MSSLAC, que requer de 4 a 5 testes contínuos de 30 minutos de duração, em dias separados. Entretanto, nenhum pesquisador verificou a validade do LAn em estimar a MSSLAC em atletas praticantes de esportes coletivos, como o futebol.

Em função da importância da capacidade aeróbia para este esporte, como já mencionado anteriormente, a utilização de um índice que possa auxiliar na prescrição da intensidade do treinamento é de bastante importância, pois permite uma maior individualização das cargas de treinamento. De acordo com Bangsbo (1998), a manutenção ou melhora desta aptidão em atletas depende da intensidade do treinamento, que é escolhida de acordo com o período do treinamento. Apesar da validade da MSSLAC para a prescrição do treinamento aeróbio de alta intensidade (KINDERMANN; SIMON; KEUL, 1979; LONDEREE, 1997), as desvantagens que este protocolo pode apresentar, como o tempo necessário para a determinação do índice e a possível influência na rotina de treinamento dos atletas, pode inviabilizar a sua utilização em grandes grupos de indivíduos e em vários momentos do programa de treinamento.

Apesar das vantagens da utilização da concentração fixa na determinação do LAn, este critério tem gerado muitas controvérsias entre os pesquisadores, em função da influência da variabilidade individual na resposta do lactato sanguíneo (STEGMANN; KINDERMANN; SCHNABEL, 1981) e do tipo de exercício (MAASSEN; BUSSE, 1989) no valor de lactato correspondente à MSSLAC. Entretanto, alguns estudos realizados com corredores de longa distância, confirmaram que a MSSLAC corresponde a uma concentração média de lactato de 4 mM (SIMÕES et al., 1999). Jones e Doust (1998) mostraram em corredores de longa distância, que as intensidades correspondentes ao OBLA (4 mM) e a MSSLAC não foram diferentes entre si e altamente correlacionadas ($r = 0,93$). Porém, os autores propõem que o OBLA não é válido, pois superestimou a MSSLAC em todos os indivíduos (diferença média = 0,8 km/h; variação = 0,3 a 1,3 km/h). Neste estudo, os autores utilizaram um protocolo

incremental com estágios de 3 minutos para determinação do OBLA. De acordo com Heck et al. (1985), os autores deveriam ter utilizado uma concentração de 3,5 mM e não de 4 mM de lactato sanguíneo. Deste modo, é possível que o uso de 3,5 mM como o realizado no presente estudo, teria determinado uma intensidade no OBLA, bem mais próxima da MSSLAC reportada por Jones e Doust (1998).

Heck et al. (1985), analisando 16 indivíduos ativos e corredores, do sexo masculino e com diferentes capacidades de endurance, encontraram uma média de 4,02 mM de concentração do lactato sanguíneo na MSSLAC, enquanto que nos estudos de Carter, Jones e Doust (2000) e Jones e Doust (1998), analisando corredores treinados foram encontrados valores de 3,4 e 4,4 mM, respectivamente. No presente estudo, além da boa validade do LAn em predizer a MSSLAC, a concentração de lactato correspondente à MSSLAC (3,68 mM) foi bastante similar ao LAn (3,5 mM), e às concentrações correspondentes à MSSLAC encontradas nos estudos citados anteriormente. Então, o critério proposto por Heck et al. (1985) para estimar a MSSLAC usando um protocolo incremental na esteira rolante, é válido também para jogadores de futebol, que normalmente possuem uma capacidade aeróbia inferior quando comparados aos corredores de longa distância. Além disso, muitos pesquisadores têm mostrado que o LAn (3,5 ou 4 mM) é um parâmetro válido para a identificação das adaptações ocorridas com o treinamento e a predição da performance aeróbia (SJODIN; JACOBS, 1981; SJODIN; JACOBS; SVEDENHAG, 1982; JONES; DOUST, 1998).

Um outro aspecto que também pode ser ressaltado, é que o valor médio da frequência cardíaca correspondente ao LAn foi estatisticamente igual (180 bpm) ao correspondente à MSSLAC (176 bpm), confirmando que estes dois índices

representaram a mesma intensidade relativa para o grupo estudado. Em indivíduos ativos, Smith e Jones (2001) também verificaram um valor de frequência cardíaca correspondente à MSSLAC bastante semelhante ao do presente estudo (172 bpm, 91% FCM).

Portanto, da mesma forma que em corredores de longa distância, o LAn é um bom preditor da MSSLAC, e pode ser utilizado na prescrição da intensidade do treinamento aeróbio, em jogadores de futebol.

7.4 - Validade da capacidade de trabalho anaeróbio em predizer a capacidade anaeróbia

O TW está entre os testes mais utilizados para a avaliação anaeróbia. O teste é realizado na bicicleta ergométrica em intensidade supra-máxima, com a resistência sendo determinada em função da massa corporal,. Este teste fornece informações sobre a potência e a capacidade anaeróbia, e também tem sido utilizado para a análise das respostas de lactato ao exercício supramáximo (BAR-OR, 1987). As variáveis determinadas neste teste são: a potência máxima (Pmax), que é a maior potência atingida, e que representa a potência anaeróbia alática; a potência média (PM), que corresponde à potência média mantida durante o teste e; o índice de fadiga (IF), que corresponde à queda percentual da maior para a menor potência. As duas últimas variáveis representam a capacidade anaeróbia.

A Pmax tem se mostrado altamente reprodutível ($r = 0,90-0,97$) em estudos realizados em crianças, adultos jovens, idosos, indivíduos saudáveis e com alguma patologia, atletas e não-atletas (BAR-OR, 1983; DOTAN; BAR-OR, 1983; EVANS; QUINNEY, 1981; PATTON; MURPHY; FREDERICK, 1985; BAR-OR,

1987). O TW também tem apresentado elevados níveis de correlação com a performance em eventos de curta duração (BAR-OR, 1987; VAN INGEN SCHENAU et al., 1994). Em função da validade que este teste apresenta, e da elevada participação do metabolismo anaeróbio durante este teste (SMITH; HILL, 1991), mencionam uma contribuição de 16% do metabolismo aeróbio, 56% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP, enquanto Serresse et al., 1988, acreditam que a contribuição é de 23% para o metabolismo aeróbio, 49% do metabolismo glicolítico e 28% do sistema ATP-CP.) ele tem sido bastante utilizado no processo de validação de outros testes de características anaeróbias.

Além dos índices que foram citados anteriormente, a concentração de lactato sanguíneo após o TW, também tem sido utilizada para estimar a contribuição da glicólise anaeróbia, e como um indicador do estado de treinamento anaeróbio (JACOBS, 1986; VANDEWALLE et al., 1987). Em função do tempo do transporte do lactato de dentro das fibras musculares para a corrente sanguínea, a maior concentração de lactato ocorre aproximadamente entre 5 e 10 minutos após o TW (COLLOMP et al., 1991; COLLOMP et al., 1993; GOKBEL et al., 1996.). Entretanto, os dados sobre a validade desta variável ainda são contraditórios. Fujitsuka et al. (1982) verificaram correlação significativa entre a concentração máxima de lactato obtida após um exercício máximo na esteira e a performance nos 100, 200 e 400 m (-0,65, -0,78 e -0,79, respectivamente). Entretanto, Ohkuwa et al. (1984) não verificaram correlação significativa ($r = -0,38$) entre a concentração máxima de lactato e a performance nos 100 m em corredores velocistas. De qualquer modo, a reprodutibilidade desta variável é similar à reportada para a performance no TW (JACOBS, 1986; VANDEWALLE et al., 1987).

Segundo Hill (1993); Vandewalle et al. (1989) a CTAn representaria a maior distância (m), durante o exercício supra-máximo, que pode ser realizada de forma anaeróbia, sendo portanto um importante indicador da capacidade anaeróbia. Entretanto, no presente estudo não foram encontradas correlações significantes da CTAn com a Pmax e o TT em valores absolutos e relativos à massa corporal, com o IF e o LAC_{picoW}. Do mesmo modo, Dekerle et al. (2002) não verificaram correlação significativa da CTAn (m) com a distância anaeróbia e com o pico de lactato após um tiro máximo de 200 m em nadadores treinados. Neste estudo, a distância anaeróbia (m) foi definida como sendo a maior distância na qual o nadador conseguiu manter sua velocidade máxima. Concordando com o estudo anterior, Toussaint et al. (1997) e MacLaren e Coulson (1999) verificaram que a CTAn é pouco reprodutível e não deve ser utilizada para verificar os efeitos do treinamento anaeróbio na natação.

Entretanto, outros pesquisadores têm verificado que a CTAn apresenta correlação significativa com alguns indicadores da capacidade anaeróbia obtida no TW (NEBELSICK-GULLET et al., 1988; VANDEWALLE et al., 1989), com a performance em 5 tiros máximos de 1 minuto (JENKINS; QUIGLEY, 1991), com o MDAO (HILL; ROSE; SMITH, 1993) e com o pico de concentração de lactato após o exercício (VANDEWALLE et al., 1997).

Os fatores que poderiam explicar estes dados antagônicos, em relação à validade da CTAn, ainda não estão completamente estabelecidos. Uma primeira hipótese seria a falta de especificidade que o TW teria em relação à avaliação da capacidade anaeróbia na corrida. Embora não se possa descartar completamente este aspecto, a CTAn determinada na bicicleta ergométrica, também não tem se relacionado com o TW ou com o MDAO (determinado no cicloergômetro) (JENKINS; QUIGLEY,

1991; BULBULIAN; JEONG; MURPHY, 1996). A segunda hipótese, seria as diferentes características dos grupos que foram analisados nos estudos citados anteriormente (gênero, estado e tipo de treinamento e o grau de homogeneidade). No presente estudo, foram analisados jogadores de futebol que estavam treinados e se apresentaram como um grupo bem homogêneo (coeficiente de variação dos índices no TW < 10%). É importante destacar, que os níveis de correlação podem ser influenciados pela maior ou menor dispersão dos valores que são analisados. Por último, deve-se considerar que alguns autores fazem críticas sobre a validade do TW, apontando que este teste é muito curto para exaurir as reservas anaeróbias, subestimando a capacidade anaeróbia (VANDEWALLE et al., 1985).

8 - CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo, podemos concluir que:

a) A intensidade correspondente ao LAn determinado com uma concentração fixa (3,5 mM) é um bom preditor da MSSLAC, e pode ser utilizada na prescrição da intensidade do treinamento aeróbio em jogadores de futebol.

b) A VC, determinada por meio das distâncias de 1500 e 3000 m, superestima a intensidade máxima que pode ser mantida em estado estável (MSSLAC) em jogadores de futebol. Entretanto, como a VC apresentou uma alta correlação com a intensidade de MSSLAC, a VC pode ser um índice válido para predizer a capacidade aeróbia na corrida, principalmente quando a dosagem de lactato não é possível ou desejável.

c) Tendo como referência os índices obtidos no TW, a CTAn, determinada por meio das distâncias de 1500 e 3000 m, não é válida para a avaliação da capacidade anaeróbia em jogadores de futebol.

9 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HAZZAA, H. M. et al. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. **Journal Sports Medicine Physiology Fitness**, v.41, p.54-61, 2001.
- ALI, A.; FARRALLY, M. Recording soccer players heart rates during matches. **Journal of Sports Sciences**, v.9, p.183-189, 1991.
- ANANIAS, G. E. O. et al. Capacidade funcional, desempenho e solicitação metabólica em futebolistas profissionais durante uma situação real de jogo monitoradas por análise cinematográfica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.4, p.87-95, 1998.
- AZIZ, A. R.; CHIA, M.; TEH, K. C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. **Journal Sports Medicine Physiology Fitness**, v.40, p.195-200, 2000.
- BANGSBO, J. Optimal preparation for the World Cup in soccer. **Clinical Sports Medicine**, v.17, p.697-709, 1998.
- BANGSBO, J.; LINDQUIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.125-132, 1992.
- BAR-OR, O. et al. Anaerobic capacity and muscle fiber type distribution in man. **International Journal of Sports Medicine**, v.1, p.89-92, 1980.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability, and validity. **Sports Medicine**, v.4, p.381-394, 1987.
- BENEKE, R.; DUVILLARD, S. P. V. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, p.241-246, 1996.
- BENEKE R. et al. Maximal lactate steady state during the second decade of age. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, p.1474-1478, 1996a.

BENEKE et al. Maximal lactate steady state in children. **Pediatric Exercise Science**, v.8, p.328-336, 1996b.

BERG, A.; KEUL, J. Comparative performance diagnostics of anaerobic exertion in laboratory and field exercise of decathletes. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p.245-246, 1985.

BILLAT, V. et al. Reproducibility of running time to exhaustion at $\text{VO}_{2\text{max}}$ in subelite runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, p.254-257, 1994.

BISHOP, P.; MARTINO, M. Blood lactate response measurement in recovery as an adjunct to training-practical considerations. **Sports Medicine**, v.16, n.1, p.5-13, 1993.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; HOWARD, A. The critical power is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. **International Journal of Sports Medicine**, v.19, p.1-5, 1998.

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

BRUYN-PREVOST, P. E.; STUBOIS, X. Lactic acid evolution in relation to work duration during a short anaerobic exhausting exercise. **Journal of Sports Medicine**, v.20, p.377-382, 1990.

BULBULIAN, R.; JEONG, J.W.; MURPHY, M. Comparison of anaerobic components of the Wingate and Critical Power tests in males and females. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, p.1336-1341, 1996.

BULL, A. J. et al. Effect of mathematical modeling on the estimation of critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, p.526-530, 2000.

CALBET, J. A.; CHAVARREN, J.; DORADO, C. Fractional use of anaerobic capacity during a 30- and a 45-s Wingate test. **European Journal Applied Physiology**, v.76, p.308-313, 1997.

CALBET, J. A. L. et al. Anaerobic energy provision does not limit Wingate exercise performance in endurance-trained cyclists. **Journal of Applied Physiology**, v.94, p.668-676, 2003.

CARNEVALE, T. J.; GAESSER, G. A. Effects of pedaling speed on the power-duration relationship for high-intensity exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.242-246, 1991.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J.H. Changes in blood lactate and pyruvate concentrations and the lactate-to-pyruvate ratio during the lactate minimum speed test. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, p. 213-225, 2000.

CASAJUS, J.A. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 41, p. 463-469, 2001.

CHICHARRO, Y. I.; ARCE, J. C. L. **Umbral anaerobio: Bases Fisiologicas y Aplicacion**. Interamericana. Mc Graw Hill: Madrid, 1991.

COLLOMP, K. et al. Effects of benzodiasepine during a Wingate test: interaction with caffeine. **Medicine Science Sports Exercise**, v.25, p.1375-1380, 1993.

COLLOMP, K. et al. Effects of caffeine ingestion on performance and anaerobic metabolism during the Wingate Test. **International Journal Sports Medicine**, v.12, p.439-443, 1991.

DAVIS, J. A. et al. Does the gas exchange anaerobic threshold occur at a fixed blood lactate concentration of 2 or 4 mM? **International Journal Sports Medicine**, v.4, p.89, 1983.

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

DEKERLE, J. et al. Validity and reliability of critical speed, critical stroke rate, and anaerobic capacity in relation to front crawl swimming performances. **International Journal of Sports Medicine**, v.23, p.93-98, 2002.

DENADAI, B. S.; BALIKIAN JUNIOR, P. Relação entre limiar anaeróbio e performance no Short Triathlon. **Revista Paulista de Educação Física**, v.9, p.10-15, 1995.

DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. Correlação entre a velocidade crítica e a velocidade de limiar anaeróbio com as performances nos 50, 100 e 200 metros, em nadadores de 10 a 12 anos. **Revista da APEF**, v.12, p.37-41, 1997.

DENADAI, B. S. **Índices Fisiológicos de Avaliação Aeróbia: Conceitos e Aplicações**. Ribeirão Preto, B.S.D., 1999, 76p.

_____. **Avaliação Aeróbia: Determinação Indireta da Resposta do Lactato Sanguíneo**. Rio Claro, Motrix, 2000, 154p.

DENADAI, B. S. et al. 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, p.71-78, 2002.

DENADAI, B. S. et al. Validade da velocidade crítica para a determinação dos efeitos do treinamento no limiar anaeróbio em corredores de endurance. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.3, p.7-12, 2003.

DI SALVO, V.; PIGOZZI, F. Physical training of football players based on their positional roles in the team. Effects on performance - related factors. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.38, p.294-297, 1998.

DOTAN, R.; BAR-OR, O. Load optimization from the Wingate anaerobic test. **European Journal Applied Physiology**, v.51, p.409-417, 1983.

DWYER, J.; BYBEE, R. Heart rate indices of the anaerobic threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, p.72-76, 1983.

EKBLOM, B. Applied physiology of soccer. **Sports Medicine**, v.3, p.50-60, 1986.

ESBJORNSSON, M. et al. Fast twitch fibers may predict anaerobic performance in both females and males. **International Journal of Sports Medicine**, v.14, n.5, p.257-263, 1993.

EVANS, J. A.; QUINNEY, H. A. Determination of resistance settings for anaerobic power testing. **Canadian Journal Applied Sports Science**, v.6, p.53-56, 1981.

FARREL, P. A. et al. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.11, p.338-344, 1979.

FRANCHINI, E. **Efeito do tipo de recuperação após uma luta de judô sobre a recuperação do lactato sanguíneo e sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia intermitente**. 2001. Tese (Doutorado em Educação Física) - Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo.

FROESE, E.A.; HOUSTON, M.E. Performance during the Wingate anaerobic test and muscle morphology in males and females. **International Journal of Sports Medicine**, v.8, n.1, p.35-39, 1987.

FUJITSUKA, N. et al. Peak blood lactate after short periods of maximal treadmill running. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.48, p.289-296, 1982.

GAESSER, G.A.; POOLE, D.C. Lactate and ventilatory threshold: disparity in time course of adaptation to training. **Journal of Applied Physiology**, v.61, p.999-1004, 1986.

_____. The slow component of oxygen uptake kinetics in human. **Exercise Sport Science Reviews**, v.24, p.35-70, 1996.

GAESSER, G.A.; WILSON, L.A. Effects of continuous and interval training on the parameters of the power-endurance time relationship for high-intensity exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v.9, p.417-421, 1988.

GAESSER, G.A. et al. Estimation of critical power with linear and non-linear models. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, p.1430-1438, 1995.

GOKBEL, H. et al. The relationship of lactic acid and total testosterone levels after the Wingate test. **Turkeian Journal of Medicine and Science**, v.26, p.201-202, 1996.

GRANIER, P. et al. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. **European Journal Applied Physiology**, v.70, p.58-65, 1995.

GREEN, S.; DAWSON, B. Measurement of anaerobic capacities in humans – definitions, limitations and unsolved problems. **Sports Medicine**, v.15, n.5, p.312-327, 1993.

GRODJINOVSKY, A. et al. Training effects in children on performance as measured by the Wingate anaerobic test. In: Berg, K.; Eriksson, B.O. (eds.). **Children and Exercise IX**. Baltimore: University Park Press, p. 139-145, 1980.

HAGBERG, J. et al. Exercise hyperventilation in patients with McArdle's disease. **Journal of Applied Physiology**, v.52, p.991-994, 1982.

HAGEBERG, J. M. Physiological implications of the lactate threshold. **International Journal Sports Medicine**, v.5, p.106, 1984.

HAWLEY, J. A. et al. Muscle power predicts freestyle swimming performance. **British Journal of Sports Medicine**, v.26, n.3, p.151-155, 1992.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **International Journal Sports Medicine**, v.6, p.117, 1985.

HELGERUD, J. et al. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, p.1925-1931, 2001.

HILL, D. W. The Critical Power Concept. **Sports Medicine**, v.16, p.237-254, 1993.

HILL, D. W.; SMITH, J. C. A comparison of methods of estimating anaerobic work capacity. **Ergonomics**, v.36, p.1495-1500, 1993.

HILL, D.W.; ROSE, I.E.; SMITH, J.C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, p.108, 1993.

HILL, D. W.; STEWARD, R. P.; LANE, C. J. Application of the critical power concept to young swimmers. **Pediatric Exercise Science**, v.7, p.281-293, 1995.

HILL, D. W.; SMART, C. Maximal lactate steady-state velocity and critical velocity in young swimmers. In ANNUAL CONGRESS OF THE EUROPEAN COLLEGE OF SPORT SCIENCE, 6., 2001, Cologne **Book of Abstract**, Cologne, 2001.

HOLLMANN, W. The relationship between pH, lactic acid, potassium in the arterial and venous blood, the ventilation, POW, and pulse frequency during increasing spiro-ergometric work in endurance-trained and untrained persons. In: PANAMERICAN CONGRESS FOR SPORTS MEDICINE, 1959, Chicago. **Book of Abstract**, Chicago, 1959.

_____. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to 1966. **International Journal Sports Medicine**, v.6, p.109-116, 1985.

HORSWILL, C. A. et al. Comparison of maximal aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and non elite junior wrestlers. **International Journal of Sports Medicine**, v.10, n.3, p.165-168, 1989.

HUGHSON, R.L.; OROK, C.J.; STAUDT, L.E. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. **International Journal of Sports Medicine**, v.5, p.23-25, 1984.

HOUSH, D. J.; HOUSH, T. J.; BAUGE, S. M. The accuracy of the critical power test for predicting time to exhaustion during cycle ergometry. **Ergonomics**, v.32, p.997-1004, 1989.

HOUSH, D. J. et al. Physiological responses at the fatigue threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.12, p.305-308, 1989.

HOUSH, D.J.; HOUSH, T.J.; BAUGE, S.M. A methodological consideration for determination of critical power and anaerobic work capacity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.61, p.406-409, 1990.

HOUSH, D. J. et al. The relationship between critical power and the onset of blood lactate accumulation. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.31, p.31-36, 1991.

HUGHSON, R. L. OROK, C. J.; STAUDT, L. E. A high velocity treadmill running test to assess endurance running potential. **International Journal Sports Medicine**, v.5, p.23-25, 1984.

INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J.S. **The Wingate anaerobic test**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

IVY, J. L. et al. Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. **Journal Applied Physiology: Respiration Environment Exercise Physiology**, v.48, p.523-527, 1980.

JACOBS, I. The effects of thermal dehydration on performance of the Wingate anaerobic test. **International Journal of Sports Medicine**, v.1, p.21-24, 1980.

_____. Blood lactate: implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, v.3, p.10-25, 1986.

JACOBS, I. et al. Onset of blood lactate accumulation after prolonged exercise. **Acta Physiology Scandinave**, v.114, p.461, 1981.

JACOBS, I. et al. Changes in muscle metabolites in female with 30s exhaustive exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n. 6, p.457-460, 1982.

JACOBS, I. et al. Sprint training effects on muscle myoglobin, enzymes, fiber types, and blood lactate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.19, n. 7, p.368-374, 1987.

JENKINS, D. G.; QUIGLEY, B. M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.61, p.278-283, 1990.

_____. The y-intercept of the critical power function as a measure of anaerobic work capacity. **Ergonomics**, v.34, p.13-22, 1991.

_____. Endurance training enhances critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.1283-1289, 1992.

_____. The influence of high intensity exercise training on the W_{lim} - T_{lim} relationship. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, p.275-282, 1993.

JENKINS, D. G.; KRETEK, K.; BISHOP, D. The duration of predicting trials influences time to fatigue at critical power. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.1, p.213-218, 1998.

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

JONES, A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v.29, p.373-386, 2000.

KACZKOWSKI, W. et al. The relationship between muscle fiber composition and maximal anaerobic power and capacity. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, v.22, p.407-413, 1982.

KARLSSON, J. et al. The significance of muscle fiber composition to human performance capacity. **Scandinavia Journal Rehability Medicine**, v.6, p.50, 1978.

KAVANAGH, M. F.; JACOBS, I. Breath-by-breath oxygen consumption during performance of the Wingate test. **Canadian Journal of Sports Science**, v. 13, n.1, p. 91-93, 1988.

KEUL, J. et al. Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. **Dtsch Z Sportmed**, v.30, p.212-218, 1979.

KINDERMANN, W.; SIMON, G.; KEUL, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of workload intensities during endurance training. **European Journal Applied Physiology**, v.42, p.25-34, 1979.

KRANENBURG, K. J.; SMITH, D. J. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, p.614-618, 1996.

LONDEREE, B. R.; AMES, S. Maximal steady-state versus state of conditioning. **European Journal of Applied Physiology**, v.34, p.269-278, 1975.

LONDEREE, B.R. Effect of training on lactate/ventilatory thresholds: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, p.837-843, 1997.

LOPES, E. W. **Caracterização da performance aeróbia e anaeróbia de goleiros de futebol através da análise de lactato: utilização de teste de corrida intermitente de “ida e volta”, teste de Wingate e teste específico de defesas.** 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade) - Instituto de Biociências, UNESP, Rio Claro.

LUCAS, R.D. et al. The validity of critical speed determined from track cycling for identification of the maximal lactate steady state. **Biology of Sport**, v.19, p.239-249, 2002.

MAASSEN, N.; BUSSE, M.W. The relationship between lactic acid and work load: a measure for endurance capacity or an indicator of carbohydrate deficiency?. **European Journal of Applied Physiology**, v.58; p.728-37, 1989.

MADER, A. et al. Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit. **Sportarzt Sportmed**, v.27, p.80-88, 1976.

MADER, A.; HARTMANN, U.; HOLLMANN, W. **Der Einflub der Ausdauer auf die 6 minütige maximale anaerobe Arbeitskapazität eines Eliteruders.** J. M. Steinacker (Ed). Berlin: Springer, 1988, pp.62-78.

MacLAREN, D.P.M.; COULSON, M. Critical swim speed can be used to determine changes in training status. In: Keskinen, K.L.; Komi, P.V.; Hollander, A.P. (eds). **Biomechanics and medicine and swimming VIII.** Jyvaskyla: Grummerus Printing, 1999, p.227-232.

McLELLAN, T. M.; CHEUNG, K. S. Y. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.543-550, 1992.

MEDBO, J. I. et al. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O_2 deficit. **Journal of Applied Physiology**, v.64, p.50-60, 1988.

MOCELLIN, R.; HEUSGEN, M.; KORSTEN-RECK, O. Maximal lactate steady state blood lactate levels in 11-year-old boys. **European Journal Pediatric**, v.149, p.771-773, 1990.

MOGNONI, P. et al. Physiological response during prolonged exercise at the power output corresponding to the blood lactate threshold. **European Journal of Applied Physiology**, v.60, p.239-243, 1990.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of synergic muscle group. **Ergonomics**, v.8, p.329-338, 1965.

MORITANI, T. A., et al. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, v.24, p.339-350, 1981.

MORTON, R. H. A 3-parameter critical power model. **Ergonomics**, v.39, p.611-619, 1996.

NEBELSICK-GULLETT, L. J. et al. A comparison between methods of measuring anaerobic work capacity. **Ergonomics**, v.31, p.1413-1419, 1988.

NETO, L. et al. Physiological and anthropometric characteristics of junior brazilian soccer players. In: **Science and Football, 5th World Congress**, Lisbon, p.318, 2003.

NICHOLSON, R.M.; SLEIVERT, G.G. Indices of lactate threshold and their relationship with 10-km running velocity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, 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, p.319-330, 1988.

OHKUWA, T. et al. Blood lactate and glycerol after 400-m and 3,000-m runs in sprint and long distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.53, p.213-218, 1984.

OVEREND, T. J. et al. Physiological responses of young and elderly men to prolonged exercise at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.64, p.187-193, 1992.

OYONO-ENGUELLE, S. et al. Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic threshold. **European Journal of Applied Physiology**, v.60, p.321-330, 1990.

PATTON, J. F.; MURPHY, M. M.; FREDERICK, F. A. Maximal power outputs during the Wingate anaerobic test. **International Journal Sports Medicine**, v.6, p.82-85, 1985.

PEPPER, M. L. et al. The accuracy of the critical velocity test for predicting time to exhaustion during treadmill running. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.121-124, 1992.

PETTE, D. Activity-induced fast to slow transition in mammalian muscle. **Medicine Science Sports Exercise**, v.16, p.517, 1984.

POOLE, D. C. et al. A metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, v.31, p.1265-1279, 1988.

POOLE, D. C. et al. The effects of training on the metabolic and respiratory profile of high-intensity cycle ergometer exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.59, p.421-429, 1990.

PRINGLE, J.S.; JONES, A.M. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. **European Journal of Applied Physiology**, v.88, p.214-226, 2002.

READY, A. E.; EYNON, R. B.; CUNNINGHAM, D. A. Effect of interval training and detraining on anaerobic fitness in women. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**, v.6, n.3, p.114-118, 1981.

REILLY, T.; THOMAS, V. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. **Journal of Human Movement Studies**, v.2, p.87-97, 1976.

REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v.15, p.257-263, 1997.

SALTIN, B. Hemodynamic adaptations to exercise. **American Journal Cardiology**, v.55, p.42-47, 1985.

_____. Anaerobic capacity: past, present and prospective. In Taylor, A. W.; Gollnick, P. D.; Green, H. J.; Ianuzzo, C. D.; Nobel, E. G.; Metivier, G.; Sutton, J. R. (eds.). **Biochemistry of Exercise**. Champaign, IL: Human Kinetics, p. 387-412, 1990.

SCARBOROUGH, P. A. et al. Time to exhaustion at the power asymptote in men and women. Abstract. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, p.12, 1991.

SERRESSE, O. et al. Estimation of the contribution of the various energy systems during maximal work of short duration. **International Journal of Sports Medicine**, v.9, p.456-460, 1988.

SILVA, S. Association between body composition with anaerobic power and capacity in Brazilian soccer players. In: WORLD CONGRESS - SCIENCE AND FOOTBALL, 5., 2003. Lisbon. p.318.

SIMÕES, H. G. et al. Blood glucose responses in humans mirror lactate responses for individual anaerobic threshold and for lactate minimum in track tests. **European Journal Applied Physiology**, v.80, p.34-40, 1999.

SMITH, J. C.; HILL, D. W. Contribution of energy systems during a Wingate power test. **British Journal of Sports Medicine**, v. 25, p.196-199, 1991.

SODIN, B.; JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. **International Journal Sports Medicine**, v.2, p.23, 1981.

SJODIN, B.; JACOBS, I.; SVEDENHAG, J. Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. **European Journal Applied Physiology Occupational Physiology**, v.49, p.45-57, 1982.

SKINNER, J. S.; O'CONNOR, J. Wingate test: cross-sectional and longitudinal analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.19, S.1, p.S73, 1987.

SMITH, J. C.; HILL, D. W. Stability of parameter estimates derived from the power/time relationship. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.18, p.43-47, 1993.

SMITH, J. C.; JONES, A. M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. **European Journal Applied Physiology**, v.85, p.19-26, 2001.

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

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W. Comparison of prolonged exercise tests at the individual anaerobic threshold and the fixed anaerobic threshold of 4 mmol.l⁻¹ lactate. **International Journal Sports Medicine**, v.3, p.105-110, 1982.

TAMAYO, M. et al. The Wingate anaerobic power test, peak blood lactate and maximal oxygen debt in elite volleyball players: a validation study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.16, p.126, 1984.

TANAKA, K.; MATSURA, Y. Marathon performance, anaerobic threshold and onset of blood lactate accumulation. **Journal Applied Physiology: Respiration Environment Exercise Physiology**, v.57, p.640-643, 1984.

TAUNTON, J. E.; MARON, H.; WILKINSON, J. G. Anaerobic performance in middle and long distance runners. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**, v.6, n.3, p.109-113, 1981.

TAYLOR, S.A.; BATTERHAM, A.M. The reproducibility of estimates of critical power and anaerobic work capacity in upper-body exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.87, p.43-49, 2002.

TEGTBUR, U. et al. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, p.620-627, 1993.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Research methods in physical activity**. Champaign, IL.: Human Kinetics, 1990.

TOUSSAINT, H.B. et al. Simulated front crawl swimming performance related to critical speed and critical power. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.24, p.144-151, 1997.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine**, v.16, p.80-96, 1993.

VANDEWALLE H. et al., All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers. A comparative study on men and women. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.54, p.222-229, 1985.

VANDEWALLE, H. et al. Standard anaerobic exercise tests. **Sports Medicine**, v.4, p.268-289, 1987.

VANDEWALLE, H. et al. Comparison between a 30-s all-out test and a time-work test on a cycle ergometer. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.58, p.375-381, 1989.

VANDEWALLE, H. et al. Work-exhaustion time relationship and the critical power concept. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.37, p.89-102, 1997.

VAN INGEN SCHENAU, G. J.; de KONING, J. J.; de GROOT, G. Optimisation of sprinting performance in running, cycling and speed skating. **Sports Medicine**, v.17, p.259-275, 1994.

WAKAYOSHI, K. et al. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. **European Journal Applied Physiology**, v.64, p.153-157, 1992.

WASSERMAN, K.; McLLROY, M. B. Detecting the threshold of an aerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal Cardiology**, v.14, p.844, 1964.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal Applied Physiology**, v.35, p.236-245, 1973.

WEINSTEIN, Y. et al. Reliability of peak-lactate, heart rate, and plasma volume following the Wingate test. **Medicine Science Sports Exercise**, v.30, p.1456-1460, 1998.

WELTMAN, A. et al. Reliability and validity of continuous incremental treadmill protocol for the determination of lactate threshold, fixed blood lactate concentrations, and VO_2max . **International Journal Sports Medicine**, v.11, p.26-32, 1990.

WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. Champaign, IL: Human Kinetics, 1995.

WHIPP, B. J.; WARD, S. A. Physiological determinants of pulmonary gas exchange kinetics during exercise. **Medicine Science Sports Exercise**, v.22, p.62-71, 1990.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO

**"VALIDADE DO MODELO DISTÂNCIA-TEMPO PARA A DETERMINAÇÃO
DAS CAPACIDADES AERÓBIA E ANAERÓBIA EM JOGADORES DE
FUTEBOL"**

Autor: Euripedes Barsanulfo Gonçalves Gomide.

VOLUNTÁRIO:

IDADE:

RG:

ENDEREÇO:

RESPONSÁVEL:

IDADE:

RG:

ENDEREÇO:

GRAU DE PARENTESCO:

PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Durante os testes haverá a mensuração direta da frequência cardíaca (FC) utilizando um frequencímetro (Polar Vantage XL).

DETERMINAÇÃO DOS DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Serão obtidos dados referentes à estatura (cm), massa corporal (kg) e idade (anos) dos sujeitos. A massa corporal será obtida utilizando uma balança do tipo Filizola com precisão de 0,1 kg. Primeiramente, a balança será calibrada e posteriormente o sujeito se posicionará de pé e de costas sobre a plataforma da mesma, e será realizado o ajuste do peso na graduação de cargas da própria balança. A estatura será obtida através do estadiômetro existente para esta finalidade na balança, com precisão de 0,5 centímetro. Para a mensuração da estatura, o sujeito deverá estar em posição ortostática, com os pés unidos, braços ao longo do corpo com o olhar no horizonte. O indivíduo realizará uma inspiração máxima profunda, e em seguida sua estatura será medida. A idade em anos será determinada através do levantamento da data de nascimento e considerado a idade até a data do primeiro teste realizado.

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL

O percentual de gordura corporal (%GC) dos atletas será determinado através do método de mensuração das dobras cutâneas, onde serão medidas as dobras

tricipital, subescapular, supra-iliaca, abdominal, coxa e perna, através de um compasso de dobras cutâneas.

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DO LIMIAR ANAERÓBIO

Para a determinação do limiar anaeróbio (LAn), os sujeitos realizarão uma série de alongamentos visando principalmente os membros inferiores e aquecerão durante cinco minutos na esteira rolante (IMBRAMED 10200) numa velocidade de 6 km/h. Após o aquecimento, será realizado um teste incremental com velocidade inicial de 8 km/h com incrementos de 2 km/h a cada 3 minutos, com 20 segundos de pausa entre cada estágio, até a exaustão voluntária. A inclinação na esteira será mantida em 1% para simular a corrida em pista. Entre cada estágio, haverá uma pausa de 20 segundos para a coleta de amostras de sangue do lóbulo da orelha (25 µl) para análise da concentração do lactato sanguíneo (YSI 1500 SPORT). Para a determinação do limiar anaeróbio (LAn) será utilizada a metodologia proposta por Heck et al. (1985), onde a determinação da velocidade correspondente a 3,5 mM de lactato sanguíneo será feita por interpolação linear, entre as concentrações de lactato e suas respectivas velocidades.

PROTOCOLO PARA DETERMINAÇÃO DA MÁXIMA FASE ESTÁVEL DO LACTATO SANGUÍNEO

Para a determinação da máxima fase estável de lactato (MSSLAC), os sujeitos realizarão um aquecimento semelhante ao descrito anteriormente. O teste será contínuo com velocidade constante, com duração máxima de 30 minutos. A primeira tentativa será feita na velocidade correspondente ao LAn. No 10^o e 30^o minuto for

menor do que 1 mM, a velocidade será aumentada em 0,5 km/h e o sujeito realizará uma nova tentativa em outro dia. A MSSLAC será definida como sendo a maior intensidade de exercício que os sujeitos conseguiram correr durante 30 minutos, com uma diferença da concentração entre o 10^o e 30^o minuto menor ou igual a 1 mM. A concentração de lactato sanguíneo correspondente à MSSLAC será calculada como sendo o valor médio da concentração do lactato sanguíneo entre o 10^o e 30^o minuto.

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE CRÍTICA

Os sujeitos realizarão 2 repetições em velocidades máximas em uma pista de atletismo, que irão permitir um tempo de exaustão entre 3 e 10 minutos, aproximadamente. As distâncias utilizadas para tal finalidade serão de 1.500 e 3.000 metros. A velocidade crítica (VC) será determinada através do modelo linear distância-tempo, e corresponderá a inclinação (b) da reta de regressão linear entre a distância e seu respectivo tempo obtido em cada repetição.

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRABALHO ANAERÓBIO

A determinação da capacidade de trabalho anaeróbio (CTAn) será feita utilizando o mesmo protocolo de determinação da VC. Esta variável corresponderá ao intercepto-y da reta de regressão linear entre a distância e seu respectivo tempo obtido em cada repetição.

PROTOCOLO DE DETERMINAÇÃO DA POTÊNCIA PICO, TRABALHO TOTAL E ÍNDICE DE FADIGA NO TESTE DE WINGATE (TW)

O TW será realizado numa bicicleta (CYBEX 700C CYCLE). Antes do início do teste, a altura do banco da bicicleta será ajustada de acordo com o tamanho dos membros inferiores de cada estágio. Os mesmos irão aquecer durante 5 minutos numa intensidade suficiente para causar um aumento da frequência cardíaca para aproximadamente 150 e 160 bpm. Após 2 minutos de repouso, os sujeitos iniciarão o teste pedalando o mais rápido possível durante 30 segundos. A resistência do ergômetro será ajustada para que se obtenha uma sobrecarga correspondente a 0,090 kp/kg da massa corporal. A capacidade anaeróbia será calculada como o trabalho total desempenhado durante o período de 30 segundos. Além disso, será determinada a potência máxima, como sendo a maior intensidade alcançada durante os 5 primeiros segundos do teste. O índice de fadiga, que será expresso em termos percentuais, será determinado pela diferença entre a potência máxima e a potência mínima, dividida pela potência máxima.

DIREITO DA PESSOA SUBMETIDA AOS TESTES

Toda pessoa submetida aos testes terá acesso aos seus dados, assim como aos resultados finais. As informações atualizadas serão fornecidas durante o estudo, mesmo que possa afetar a vontade do indivíduo em continuar participando da pesquisa. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao conhecimento de pessoas estranhas ao Laboratório de Avaliação da Performance Humana UNESP – Rio Claro, sem a autorização expressa do sujeito submetido ao teste. Todo participante poderá abandonar os testes a qualquer momento, sem prestar qualquer tipo de esclarecimento, mas

devendo comunicar sua decisão ao responsável dos testes o quanto antes. Os resultados dos testes poderão ser utilizados para pesquisa, sendo assegurado o anonimato do sujeito, desde que autorizada expressamente neste termo de consentimento. Todas as informações serão mantidas em sigilo.

RISCOS DOS TESTES

Os riscos pertinentes aos protocolos são aqueles inerentes a qualquer prática de exercícios extenuantes. Estes riscos podem ser esclarecidos a qualquer momento pelo responsável dos testes, e tendem a ser minimizados com a presença do profissional da área de Educação Física durante todo o teste, pela utilização de materiais descartáveis para a coleta de sangue e pelas condições de pronto atendimento em caso de acidente. Nós lemos estas regras e entendemos os procedimentos dos testes que serão executados estando ambos, responsável e atleta, de acordo com a participação neste trabalho, bem como autorizamos a publicação dos resultados, garantindo o anonimato, na literatura especializada.

Assinatura do Pai ou Responsável

Assinatura do atleta

Euripedes Barsanulfo Gonçalves Gomide.

Data: ____/____/____.

APÊNDICE B

DADOS INDIVIDUAIS

Tabela 1. Valores individuais e médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC) do Grupo I. N = 13

Sujeitos	IDADE (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	ALTURA (m)	IMC (kg/m^2)	% GC
1	21	69,9	1,82	21,10	11,54
2	20	67,9	1,81	20,73	10,10
3	22	69,8	1,70	24,15	11,31
4	23	72,0	1,82	21,74	10,31
5	22	64,3	1,69	22,51	11,05
6	20	64,2	1,74	21,20	9,39
7	21	65,5	1,69	22,93	11,99
8	20	68,6	1,76	22,15	11,72
9	22	69,5	1,77	22,18	13,22
10	21	71,2	1,80	21,98	10,88
11	23	96,6	1,91	26,48	17,66
12	22	69,7	1,78	22,00	12,44
13	21	72,6	1,78	22,91	14,46
MÉDIA	21,4	70,9	1,77	22,47	12,0
DP	1,04	8,18	0,06	1,50	2,16

Tabela 2. Valores individuais e médios $\pm$ DP das velocidades (km/h) correspondentes ao limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM) (km/h), à máxima fase estável de lactato sanguíneo (MSSLAC) (km/h) e à velocidade crítica determinada através das distâncias de 1500 e 3000 m (VC_{1500/3000}) (km/h) do Grupo I. N = 13

Sujeitos	LAn (km/h)	MSSLAC (km/h)	VC _{1500/3000} (km/h)
1	15,57	13,22	14,67
2	12,33	12,30	13,14
3	12,16	11,61	13,11
4	14,27	13,68	14,58
5	14,98	13,80	14,71
6	16,32	16,33	17,20
7	13,34	13,34	14,14
8	17,70	14,95	14,83
9	12,33	12,88	14,84
10	13,01	13,57	14,36
11	12,58	11,27	13,24
12	12,58	12,53	13,74
13	13,99	12,88	15,30
MÉDIA	13,9	13,3	14,5
DP	1,75	1,33	1,09

Tabela 3. Valores individuais e médios $\pm$ DP das concentrações de lactato sanguíneo (mM) obtidas no 10^o (LAC 10 min) e 30^o minuto (LAC 30 min) (mM), a média da concentração correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e a concentração correspondente ao LAn (3,5 mM) do Grupo I. N = 13

Sujeitos	LAC 10 min (mM)	LAC 30 min (mM)	MSSLAC (mM)	LAn (mM)
1	3,39	4,14	3,77	3,5
2	3,15	4,14	3,65	3,5
3	3,90	5,07	4,49	3,5
4	4,08	5,10	4,59	3,5
5	3,00	3,30	3,15	3,5
6	3,60	4,32	3,96	3,5
7	3,60	4,32	3,96	3,5
8	3,33	4,35	3,84	3,5
9	1,83	2,25	2,04	3,5
10	4,23	5,28	4,76	3,5
11	1,92	2,76	2,34	3,5
12	4,29	4,29	4,29	3,5
13	3,06	2,88	2,97	3,5
MÉDIA	3,34	4,02	3,68	3,5
DP	0,78	0,94	0,84	0,0

Tabela 4. Valores individuais e médios $\pm$ DP da frequência cardíaca (FC) (bpm) obtida no 10^o minuto (FC 10 min) e 30^o minuto (FC 30 min), a média da frequência correspondente à máxima fase estável de lactato (MSSLAC) e o limiar anaeróbio (LAn) (3,5 mM), e o percentual da frequência cardíaca máxima correspondente à MSSLAC (% FCM MASSLAC) e o LAn (% FCM LAn) do Grupo I. N = 13.

	FC 10 min	FC 30 min	MSSLAC	LAn	% FCM	% FCM
Sujeito	(bpm)	(bpm)	(bpm)	(bpm)	MSSLAC	LAn
1	180	190	185	176	93,91	89,34
2	156	167	161,5	162	86,83	87,10
3	164	173	168,5	188	86,86	96,91
4	170	180	175	181	85,37	88,29
5	176	190	183	187	90,15	92,12
6	190	190	190	195	95,96	98,48
7	186	188	187	181	92,12	89,16
8	190	193	191,5	199	93,87	97,55
9	168	173	170,5	177	87,44	90,77
10	176	183	179,5	180	92,05	92,31
11	157	175	166	173	85,13	88,72
12	170	174	172	164	86,87	82,83
13	163	173	168	176	84,85	88,89
MÉDIA	172,8	180,7	176,7	180,0	89,3	91,0
DP	11,48	8,72	9,88	10,69	3,84	4,49

Tabela 5. Valores individuais e médios $\pm$ DP da frequência cardíaca máxima (FCM) (bpm), velocidade máxima ($V_{a_{max}}$) (km/h) e lactato sanguíneo pico (LAC_{pico}) (mM) do Grupo I. N = 13

Sujeitos	FCM (bpm)	$V_{a_{max}}$ (km/h)	LAC_{pico} (mM)
1	194	18,40	8,64
2	197	18,40	10,15
3	186	18,40	14,16
4	205	18,40	11,77
5	203	18,40	9,90
6	198	21,36	12,78
7	203	18,40	10,59
8	204	21,36	6,99
9	195	18,40	13,44
10	195	18,40	9,12
11	195	18,40	13,23
12	198	18,40	15,57
13	198	18,40	11,07
MÉDIA	197,8	18,9	11,3
DP	5,18	1,11	2,44

Tabela 6. Valores individuais e médios $\pm$ DP das variáveis: idade (anos), massa corporal (kg), estatura (m), índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e percentual de gordura corporal (%GC) do Grupo II. N = 18

Sujeitos	IDADE (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	ALTURA (m)	IMC (kg/m^2)	% GC
1	18	67,5	1,77	21,40	12,52
2	16	71	1,84	20,86	10,83
3	19	65	1,76	20,98	13,13
4	17	64	1,76	20,66	9,76
5	17	68	1,75	22,20	12,52
6	18	70	1,83	20,90	10,53
7	19	74	1,82	22,22	11,44
8	16	82	1,87	23,45	11,75
9	18	69,5	1,73	23,09	15,73
10	16	70	1,73	23,25	13,74
11	18	65	1,73	21,72	11,60
12	16	73	1,80	22,53	11,44
13	16	74	1,80	22,71	11,75
14	16	55	1,80	16,98	9,76
15	16	58	1,71	19,98	11,75
16	16	66	1,80	20,26	9,61
17	15	68	1,75	22,20	11,29
18	15	63	1,71	21,55	10,83
MÉDIA	16,8	67,9	1,80	21,5	11,7
DP	1,26	6,16	0,05	1,53	1,51

Tabela 7. Valores individuais e médios $\pm$ DP da performance (s) obtida nas distâncias de 1.500 e 3.000 m (s), e da capacidade de trabalho anaeróbio obtida através da combinação entre estas distâncias (CTAn_{1500/3000}) (m) do Grupo II. N = 18

Sujeitos	1500 m (s)	3000 m (s)	CTAn _{1500/3000} (m)
1	328	769	384,35
2	325	718	259,54
3	309	733	406,84
4	317	682	197,26
5	312	714	335,37
6	317	735	362,44
7	317	742	381,18
8	314	739	391,76
9	379	874	351,52
10	341	735	201,78
11	326	709	223,24
12	342	809	401,50
13	328	748	328,57
14	368	819	276,05
15	355	817	347,40
16	317	735	362,44
17	340	773	322,17
18	322	737	336,14
MÉDIA	330,9	754,9	326,1
DP	19,75	47,60	67,07

Tabela 8. Valores individuais e médios $\pm$ DP da potência máxima (Pmax) e trabalho total (TT) (J) em valores absolutos e relativos à massa corporal, o índice de fadiga (IF) (%) e o lactato pico (LAC_{picoW}) (mM), obtidos no teste de Wingate, do Grupo II. N = 18

Sujeitos	Pmax (W)	TT (J)	Pmax (W/kg)	TT (J/kg)	IF (%)	LAC _{picoW} (mM)
1	772	598	11,5	268	35,94	14,43
2	779	559	11,0	236	40,54	14,22
3	859	621	13,2	287	52,75	13,65
4	747	543	11,7	255	52,34	14,55
5	787	617	11,6	272	43,14	13,98
6	810	670	11,6	287	39,79	13,53
7	1007	655	13,6	266	34,97	14,55
8	925	800	11,3	293	49,20	12,33
9	790	571	11,4	248	33,18	13,20
10	804	569	11,5	244	45,49	13,11
11	711	547	10,9	252	46,45	12,00
12	833	563	11,4	231	39,19	13,77
13	817	661	11,0	268	55,90	15,54
14	582	472	10,6	257	37,74	10,77
15	686	515	11,8	266	40,11	10,44
16	730	632	11,1	287	49,55	7,5
17	640	513	9,4	226	24,14	10,14
18	670	522	10,6	249	38,22	10,95
MÉDIA	774,9	17,823	11,4	260,7	42,1	12,7
DP	100,67	2,242	0,92	20,01	8,01	2,05