

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

LEANDRO TEIXEIRA FLORIANO

**AVALIAÇÃO AERÓBIA EM JOGADORES DE FUTSAL:
DETERMINAÇÃO E COMPARAÇÃO DO VO_{2max} EM
PROTOCOLO DE CAMPO (T-CAR) E LABORATÓRIO**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis
2012

LEANDRO TEIXEIRA FLORIANO

**AVALIAÇÃO AERÓBIA EM JOGADORES DE FUTSAL:
DETERMINAÇÃO E COMPARAÇÃO DO $VO_2\text{max}$ EM
PROTOCOLO DE CAMPO (T-CAR) E LABORATÓRIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física

Orientador: Dr. Luiz Guilherme
Antonacci Guglielmo

Florianópolis
2012

LEANDRO TEIXEIRA FLORIANO

Avaliação aeróbia em jogadores de futsal: determinação e comparação do $\dot{V}O_2\text{max}$ em protocolo de campo (T-CAR) e laboratório

Elaborada por: Leandro Teixeira Floriano

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Florianópolis, 31 de outubro de 2012.

Prof. Dr. Fernando Diefenthaler
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC (orientador)

Prof. Dr. Édio Luiz Petroski – UFSC
(Membro externo)



Prof. Dr. Miguel de Arruda – UNICAMP
(Membro externo)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, José e Antonia. Essa conquista é de vocês, que sempre prezaram pela educação, e não mediram esforços para me apoiar. Serei eternamente grato a Deus, por ter me dado uma família tão linda.

A minha irmã, Gisele, grande torcedora e incentivadora. Minha querida sua energia foi, e sempre será fundamental. Tenho você como um exemplo de mulher e mãe, sou muito orgulhoso por ter você como minha amiga/irmã.

Ao Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo pela oportunidade, confiança e compreensão nos momentos decisivos da minha profissão. Serei para sempre agradecido por tudo que você fez por mim e pelo LAEF.

Ao grande amigo Juliano Fernandes, pela amizade e orientações. Sempre com uma palavra de incentivo e otimismo. Sua dedicação e disciplina são virtudes admiradas. Sem palavras para agradecer.

Ao Mestre Lourival Carminatti, sempre pronto para ajudar, inclusive com “ideias novas”. Graças a elas estou realizando este sonho. Espero que tenha contribuído com as pesquisas, que cada vez mais consolidam o T-CAR como um excelente teste.

Ao Lucas Loyola, preparador físico, que gentilmente cedeu sua equipe para as coletas, com certeza, sem sua ajuda, esse trabalho seria, muito mais difícil.

A Naiandra Dittrich, por todo auxílio, e amizade, nestes “três” anos de mestrado.

Aos atletas da equipe Floripa Futsal, pela disponibilidade e seriedade com que se dedicaram as avaliações.

Aos amigos do LAEF, que de alguma forma contribuíram com este trabalho. Todos vocês são responsáveis por minha formação.

A Cíntia, minha namorada, que nos momentos de solidão e desespero sempre tinha uma frase de apoio. Serei eternamente grato a você querida.

Aos Professores Miguel Arruda e Édio Petroski, pela disponibilidade, e sugestões no trabalho final.

Ao Sport Club Corinthians Paulista, pela compreensão, e apoio na finalização desta etapa.

Ao PPGEF/CDS, e os professores, pela qualidade do ensino que me foi proporcionado durante o mestrado.

A todos, que eventualmente esqueci, mas que certamente auxiliaram na finalização de mais esta etapa.

RESUMO

O principal objetivo deste estudo foi determinar e comparar o consumo máximo de oxigênio obtido em protocolo de campo (T-CAR) e laboratório. Para tal, dez atletas de futsal treinados ($27,4 \pm 5,8$ anos; $78,8 \pm 8,5$ Kg; $175,8 \pm 6,8$ cm e $14,1 \pm 2,6$ %G) realizaram em dias diferentes as seguintes avaliações: 1) teste incremental intermitente de campo (T-CAR) iniciando em $9,0 \text{ km.h}^{-1}$ (15 m) com incrementos de $0,6 \text{ km.h}^{-1}$ a cada estágio (90 segundos), até a exaustão voluntária. Foram identificadas o pico de velocidade (PV), limiar de transição fisiológica ($80,4\%PV$) e FCmax; 2) protocolo incremental de esteira rolante ($0,6 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 1 minuto) para determinação do PV, $VO_2\text{max}$, máxima velocidade aeróbia (MVA), limiar ventilatório (LV), quociente respiratório máximo (Rmax), ventilação respiratória máxima (VEmax), lactato pico ([la]pico) e FCmax; 3) protocolo de tempo limite (Tlim), na qual os atletas foram submetidos a um exercício em carga constante ($100\%PV$ do T-CAR). Desse teste foram determinados Tlim (segundos), $VO_2\text{max}$, VEmax, Rmax, [la]pico e FCmax. Nesta ultimo protocolo o VO_2 foi mensurado simultâneo a execução do teste. O PV, obtido no T-CAR, não foi estatisticamente diferente da MVA, alcançada em laboratório ($p=0,213$). Todos os atletas alcançaram seus valores máximos de VO_2 , na execução do Tlim. O $VO_2\text{max}$, relativo e absoluto, alcançado durante a execução do Tlim não diferiu do obtido em laboratório ($49 \pm 4,7$ e $51,1 \pm 4,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{mim}^{-1}$, respectivamente) ($p=0,100$). Não foram encontradas diferenças na FCmax ($p=0,095$) e VEmax ($p=0,373$) em campo e laboratório. O [la]pico ($p<0,05$), assim como o Rmax ($p=0,095$) apresentaram diferença entre os protocolos, com valores significativamente maiores alcançados em campo. Dessa forma concluiu-se que o PV obtido no T-CAR pode ser utilizado como um indicador de potência aeróbia máxima, assim como, durante a execução de um exercício em carga constante ($100\%PV$) permite que atletas de futsal alcancem respostas cardiorrespiratórias máximas antes da exaustão voluntária.

Palavras chaves: Teste intermitente de campo, Pico de velocidade, Potência aeróbia máxima e Tempo limite.

ABSTRACT

The main objective of this study was to determine and compare the maximum oxygen consumption obtained in field test (T-CAR) and laboratory. For this, ten trained soccer indoor players (27.4 ± 5.8 years, 78.8 ± 8.5 kg, 175.8 ± 6.8 cm and $14.1 \pm 2.6\%$ G) performed on different days the following assessments: 1) intermittent incremental field test (T-CAR) starting at $9.0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (15 m) with increments of $0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ at each stage (90 seconds) until voluntary exhaustion. We identified peak velocity (PV), physiological transition threshold (80.4% PV) and HRmax, 2) incremental treadmill protocol ($0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ every 1 minute) for determination of PV, VO_2max , maximal aerobic speed (MVA), ventilatory threshold (VT), respiratory quotient maximum (Rmax), maximal respiratory ventilation (VEmax), peak lactate ([la]peak) and HRmax, 3) protocol time limit (Tlim) in which athletes underwent an exercise in constant load (100% of the PV T-CAR). It were determined Tlim (seconds) VO_2max , VEmax, Rmax, [la]peak and HRmax. In this latter protocol VO_2 was measured simultaneously test execution. The PV obtained in T-CAR, was not statistically different from the MVA, achieved in the laboratory ($p = 0.213$). All athletes reached their maximum VO_2 in during the Tlim. VO_2max , relative and absolute, reached during the execution of Tlim not differ from that obtained in the laboratory (49 ± 4.7 and $51.1 \pm 4.7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectively) ($p = 0.100$). No differences were found in HRmax ($p = 0.095$) and VEmax ($p = 0.373$) in the field and laboratory tests. The [la]peak ($p < 0.05$), as well as the Rmax ($p = 0.095$) were different between the protocols, with significantly higher values achieved in the field. Thus it was concluded that the PV obtained in T-CAR can be used as an indicator of maximal aerobic power, as well as during the execution of an exercise in constant load (100% BW) allows soccer indoor athletes reach peak cardiorespiratory responses before voluntary exhaustion.

Keywords: Intermittent test field, Peak velocity, Maximal aerobic power and Time limit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Resposta do consumo de oxigênio (VO_2) ao exercício de cargas constantes nas diferentes intensidades de esforço	27
Figura 2	Teste incremental intermitente de campo (T-CAR)	42
Figura 3	Estatística Bland-Altman do VO_{2max} , alcançados na execução do Tlim e em laboratório.....	52
Figura 4	Estatística Bland-Altman do PV, obtido no T-CAR e a MVA, alcançada em laboratório.....	53
Figura 5	Relação entre o PV, do T-CAR e a MVA alcançada em laboratório.....	53
Figura 6	Correlação da VE_{max} , R_{max} e concentração pico de lactato sanguíneo, obtidos em laboratório e no Tlim.....	54
Figura 7	Correlação da FC_{max} obtida nos protocolos de laboratório, tempo limite e T-CAR.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores descritivos das características antropométricas e composição corporal dos atletas.....	47
Tabela 2	Valores descritivos das variáveis fisiológicas, obtidas em laboratório.....	48
Tabela 3	Valores descritivos do teste intermitente de campo (T-CAR).....	49
Tabela 4	Valores descritivos de desempenho e variáveis fisiológicas alcançadas no Tlim.....	50
Tabela 5	Comparação entre os índices alcançados no tempo limite e laboratório.....	51
Tabela 6	Comparação entre variáveis alcançadas no T-CAR e laboratório.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Valores descritivos de PV em atletas de futsal.....	37
-----------------	---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Situação Problema	1
1.2 Objetivo Geral	3
1.3 Objetivos Específicos	3
1.4 Hipóteses	4
1.5 Justificativa.....	4
1.6 Definições De Variáveis.....	5
2. REVISÃO DA LITERATURA	7
2.1 Aspectos Fisiológicos Das Modalidades Intermitentes	7
2.1.1 Demandas fisiológicas do futsal	7
2.2 Testes de campo e laboratório	8
2.3 Potência aeróbia máxima.....	13
2.3.1 Consumo máximo de oxigênio (VO_2max)	13
2.3.2 Máxima velocidade aeróbia (MVA)	17
2.3.3 Tempo limite (Tlim)	20
2.3.4 Pico de velocidade (PV)	22
2.4 Limiar de transição fisiológica (LTF)	24
2.4.1 Limiar ventilatório	25
3. MATERIAL E MÉTODO	26
3.1 Modelo de estudo	26
3.2 Sujeitos do estudo.....	27
3.3 Procedimentos para coleta de dados	27
3.4 Calibração.....	30
3.5 Determinação do lactato sanguíneo	31
3.6 Determinação da frequência cardíaca.....	31
3.7 Tratamento estatístico.....	31
4. RESULTADOS	32
5. DISCUSSÃO	41
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1. INTRODUÇÃO

1.1 Situação problema

O princípio da especificidade preconiza que os atletas sejam submetidos, em avaliações e treinamentos, a ações semelhantes às encontradas em competição (BOMPA, 2001). Nesse sentido a busca por métodos que possam, com precisão, avaliar, prever desempenho e servir de referência para a prescrição do exercício, tem merecido atenção da comunidade científica, principalmente pelas possíveis aplicações práticas que estas variáveis apresentam (GUGLIELMO, 2005).

Embora com particularidades técnicas e táticas na sua prática, esportes intermitentes apresentam aspectos comuns relacionados às exigências motoras, tais como: acelerações, desacelerações, saltos, corridas em intensidades variadas, giros, mudanças de sentido e direção, arremates e confrontos com adversários. A concretização dessas ações resulta em uma exigência fisiológica que se manifesta pela variação da frequência cardíaca (FC), lactato sanguíneo e consumo de oxigênio (BANGSBO, 2000).

Dessa forma, ponderando a variabilidade nas intensidades, duração, assim como a quantidade de ações executadas é fundamental avaliar o metabolismo aeróbio em modalidades intermitentes (BANGSBO et al., 2006). Embora o $VO_2\text{max}$ seja o parâmetro fisiológico que melhor expressa a aptidão cardiorrespiratória (BASSET; HOWLEY, 2000) este tem apresentado baixo poder discriminatório do desempenho em modalidades como futebol (BANGSBO et al., 2006) e futsal (BARBERO-ALVAREZ et al., 2004).

Considerando essa limitação outros índices fisiológicos têm sido utilizados como parâmetros na avaliação, prescrição e controle do efeito dos treinamentos. A máxima velocidade aeróbia (MVA), por exemplo, corresponde a menor velocidade na qual ocorre o $VO_2\text{max}$ durante a execução de um exercício máximo (BILLAT et al., 1994). Esta pode ser empregada como uma referência na determinação da intensidade de estímulos em treinamentos intervalados (BILLAT et al., 2001) assim como um indicador na discriminação de desempenho físico, haja vista que sofre influência das fontes anaeróbias relacionadas principalmente com as características neuromusculares (NOAKES, 1988).

Além disso, outro índice que tem sido empregado na determinação da duração dos estímulos de cargas para o treinamento intervalado é o tempo na qual um exercício pode ser sustentado na

intensidade referente à MVA (BILLAT et al., 1999), denominado tempo limite (Tlim) ou tempo de exaustão (DENADAI, 2000).

Apesar dos índices supracitados serem úteis na prescrição e avaliação cardiorrespiratória, os mesmos são obtidos a partir de técnicas invasivas em testes de laboratório (LACOUR et al., 1991). Analisando estes apontamentos, uma alternativa é a utilização pico de velocidade (PV), que corresponde ao último estágio, corrigido ou não, alcançado em teste máximo contínuo ou intermitente de campo ou laboratório (LEGER; LAMBERT, 1982; AHMAIDI, 1992; BANGSBO, 1996; DE-OLIVEIRA, 2004).

Diferentemente da MVA, na qual têm o consumo máximo de oxigênio como parâmetro, o PV corresponde a ultima velocidade alcançada na execução de um teste incremental máximo, sofrendo influência da capacidade anaeróbia, potência muscular e habilidade de correr em altas intensidades (JONES; CARTER, 2000). Portanto a utilização de testes em campo, além de exigir baixo custo financeiro, apresenta-se próximo a realidade (clima, superfície e gestos motores) de treinamentos e competição de modalidades coletivas.

Dessa forma, ponderando a importância do PV, assim como as vantagens dos testes de campo, Carminatti, et al.,(2004) desenvolveram um protocolo de corrida intermitente denominado teste de Carminatti (T-CAR). Ao contrário de outros protocolos de campo (Shuttle Run 20m e Yo Yo Test), na qual o aumento da intensidade ocorre pela diminuição do tempo para percorrer uma distância fixa de 20 metros, no T-CAR este acréscimo advém do acrescentamento gradativo das distâncias percorridas ao longo dos estágios.

Segundo Fernandes da Silva et al.; (2011) esses maiores percursos (aproximadamente de 30 a 32 m) reduzem o tempo despendido nas acelerações e desacelerações após cada mudança de sentido, diminuindo o deslocamento vertical do centro de massa, e conseqüentemente a eficiência das passadas, gerando uma interpretação mais fidedigna dos resultados de PV.

Estudos demonstraram que em modalidades intermitentes, como o futsal, os atletas permanecem 12% do tempo em atividades de alta intensidade (acima de 15 km.h^{-1}) (BARBERO et al., et al., 2008), variando suas ações aproximadamente a cada 3,28 segundos (DOGRAMACI et al., 2006). Esses apontamentos confirmam que testes intermitentes, e que utilizam distâncias variadas são os mais adequados para modalidades, em que há alternância de estímulos ao longo de um jogo.

Apesar das vantagens, em testes de campo não há possibilidade de controlar fatores externos, como clima e condição da superfície, podendo gerar interpretações equivocadas de alguns índices fisiológicos. Deste modo, uma das alternativas é, a partir de intervenções controladas em laboratório comparar e correlacionar os resultados obtidos em ambos os ambientes, para obter uma interpretação mais confiável dos parâmetros alcançados em campo.

Um dos principais problemas enfrentados por profissionais que atuam na prática, com modalidades intermitentes, como futsal por exemplo, é encontrar parâmetros confiáveis para prescrição dos treinamentos, além da necessidade de treinar vários atletas simultaneamente.

Dessa forma, considerando as vantagens do T-CAR, enquanto teste de campo, assim como a importância da MVA como um parâmetro de intensidade de estímulos, e o tempo limite como referência de volume para treinamentos intervalos, formulou-se os seguintes problemas de pesquisa:

Durante a execução do Tlim, na intensidade referente a 100% PV, no T-CAR, atletas de futsal profissionais alcançam o VO_2max ?

O VO_2max alcançado no Tlim e em laboratório apresentam valores similares?

1.2 Objetivo Geral

Determinar e comparar o VO_2max em protocolo de campo (T-CAR) e laboratório em jogadores de futsal profissionais.

1.3 Objetivos específicos

- 1) Determinar o PV, FCmax e LTF (80,4%PV) no teste incremental de campo (T-CAR) em atletas de futsal profissionais.
- 2) Determinar PV, VO_2max , limiar ventilatório (LV), MVA, FCmax e lactato pico no teste incremental de esteira rolante em laboratório.
- 3) Determinar o Tlim no sistema T-CAR, na intensidade de 100% do PV.
- 4) Determinar VO_2max , ventilação respiratória máxima (VEmax), concentração de lactato sanguíneo (pico e pós aquecimento), quociente respiratório máximo (Rmax) e FCmax no Tlim;
- 5) Comparar o VO_2max (absoluto e relativo) obtido em laboratório e Tlim.
- 6) Determinar a concordância entre o VO_2max determinados em campo e laboratório.

- 7) Correlacionar as variáveis VEmax, Rmax e lactato pico alcançados no Tlim e laboratório.
- 8) Correlacionar a FCmax do Tlim, com as alcançadas no T-CAR e em laboratório.

1.4 Hipóteses

H1: O PV, alcançado no TCAR, é um indicador de potência aeróbia.

H2: O VO₂max é atingido, em atletas de futsal durante a execução do Tlim a 100%PV, em modo intermitente.

H3: O PV, alcançado no T-CAR, está correlacionado com a MVA obtida em laboratório.

H4: O VO₂max alcançado no teste incremental de esteira rolante em laboratório não é diferente do obtido durante a execução do Tlim.

H5: Existe correlação entre a FCmax, alcançada no Tlim, com a FCmax, obtida em laboratório e no T-CAR.

1.5 Justificativa

No desenvolvimento do condicionamento físico, a obtenção de índices fisiológicos capazes de avaliar e prescrever treinamentos são determinantes, porém nem sempre são obtidos de forma específica a realidade de competições.

Modalidades intermitentes, como futsal e futebol, por exemplo, além de suas peculiaridades como regras, dimensões de campo/quadra, tempo de partida, número de atletas participantes, apresentam características próprias referentes a seu padrão de movimentação e caracterização fisiológica. Essas informações devem ser ponderadas, quando se escolhe as avaliações físicas, assim como os parâmetros que serão utilizados nos treinamentos.

O futsal, em função da regra que determina um número ilimitado de substituições, permite que os atletas possam jogar na sua mais alta intensidade, sem que haja uma preocupação excessiva com fadiga aguda, visto que é permitido a saída e o retorno ao jogo sem restrições. Dessa forma, novas estratégias devem ser pensadas do ponto de vista das avaliações e treinamentos.

Ainda que o VO₂max represente a potência aeróbia máxima em modalidades intermitentes, como futsal, este índice isoladamente não é um preditor fidedigno de desempenho. Porém a velocidade associada ao VO₂max (MVA) além de sensível aos efeitos de treinamento, tem se apresentado como referência de intensidade na prescrição de treinamento intervalado objetivando o desenvolvimento da potência aeróbia máxima (BILLAT et al., 1999, BILLAT et al., 2001; MILLET

et al., 2003; WIDGLEY et al., 2007; DE LUCAS et al., 2009). Já o tempo em que é possível sustentar esse exercício, no modo contínuo ou intermitente, na intensidade da MVA tem sido proposto como referencial da duração das repetições de forma individualizada na organização de treinamento intervalado (DENADAI et al., 2006; MILLET et al., 2003).

Apesar dos resultados satisfatórios encontrados, com relação a otimização da condição cardiorrespiratória, quando conjugados MVA e Tlim (BILLAT et al., 1999; DENADAI et al., 2006), ambos os índices são obtidos normalmente distante da realidade ecológica de praticantes de esportes coletivos. Assim a investigação de uma referência, que possa de forma específica aos movimentos realizados em modalidades intermitentes, se aproximar da MVA, passou a ser tema central desta pesquisa.

Carminatti et al, (2004), propuseram um teste denominado T-CAR, que disponibiliza uma referência de potência aeróbia máxima, denominado pico de velocidade (PV). Embora outros estudos já tenham demonstrado indiretamente que não há diferença estatística entre o PV do T-CAR e a MVA alcançada em laboratório (FERNADES DA SILVA et al, 2011; DITTRICH et al., 2011) nenhum verificou se durante a execução do Tlim, no sistema T-CAR, é possível alcançar o consumo máximo de oxigênio.

Diante disso, esta pesquisa se propôs a apresentar as seguintes possibilidades para o campo prático: prescrição de treinamentos intervalados, baseados em índices (PV e Tlim) alcançados em uma avaliação específica aos treinos e competições, assim como a possibilidade de controle individualizado em sessões envolvendo um grande número de atletas.

Em modalidades como o futsal, na qual é solicitada uma alta intensidade de jogo durante o período que o atleta permanece na quadra, o Tlim poderia servir também como um parâmetro do tempo de sustentação para exercícios intermitentes de alta intensidade, antes de entrar em fadiga aguda.

1.6 Definições de variáveis

Consumo máximo de oxigênio ($VO_2\max$):

Conceitualmente a mais alta captação de oxigênio alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND, 1952).

Operacionalmente para assumirmos que na realização do teste incremental o indivíduo atingiu o $VO_2\text{max}$ serão adotados os critérios propostos por Laursen et al.; (2002).

Máxima velocidade aeróbia (MVA):

Conceitualmente a MVA pode ser definida como a velocidade de corrida na qual o $VO_2\text{max}$ é atingido durante um teste incremental (DENADAI, 2000).

Operacionalmente será considerada como a menor intensidade de exercício na qual ocorrer o $VO_2\text{max}$ (BILLAT et al., 1999).

Pico de velocidade (PV):

Conceitualmente o PV representa a mais alta velocidade atingida durante o teste progressivo, podendo ser determinado com ou sem correções (DE-OLIVEIRA, 2004).

Operacionalmente será determinado como sendo a velocidade referente ao último estágio do T-CAR. O PV será corrigido de acordo com a equação estabelecida por Kuipers et al. (1985), caso o avaliado não consiga completar o estágio.

Limiar ventilatório (LV):

Conceitualmente o LV é a intensidade de esforço acima da qual a produção de lactato supera sua própria remoção, provocando hiperventilação necessária para a diminuição da pressão de dióxido de carbono (PCO_2) venosa e para o restabelecimento das concentrações de bicarbonato (HCO_3^-) aumentando o pH plasmático (MEYER et al., 2005).

Operacionalmente será determinado a partir do método v-Slope, na qual a relação entre VCO_2 e VO_2 perderem a linearidade durante a execução de um teste máximo.

Lactato Pico ([la]pico):

Conceitualmente o [la]pico obtido pós-exercícios de alta intensidade tem sido utilizado como indicativo da capacidade glicolítica (JACOBS, 1986).

Operacionalmente será considerado o maior valor da concentração de lactato sanguíneo obtido após o 1º minuto de recuperação, no teste de laboratório, e após o 5º minuto da finalização do protocolo de Tlim.

Tempo limite (Tlim):

Conceitualmente representa o tempo máximo que pode ser sustentado com a mesma intensidade de exercício (DENADAI, 2000).

Operacionalmente como o tempo em que o sujeito permanece correndo durante um teste intermitente de campo, sustentando uma carga retangular referente a 100% do PV, obtido no T-CAR.

2. REVISÃO DA LITERATURA**2.1 Aspectos fisiológicos das modalidades intermitentes**

Diversos caminhos foram traçados nas ciências do esporte para caracterização das exigências orgânicas em modalidades intermitentes. No entanto, os mais explorados foram os indicadores externos, (distância percorrida, duração, tipo e intensidade de deslocamentos produzidos, frequências das ações) e internos (frequência cardíaca (FC), consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e concentração de lactato).

Dessa forma, pesquisas relacionadas às demandas fisiológicas de jogo, vêm oferecendo parâmetros para uma maior especificidade nos treinamentos e avaliações físicas (RIENZI et al., 2000).

Como consequência, inúmeros modelos laboratoriais e de campo são utilizados para descrever o perfil fisiológico, de atletas em situação de competição. O futsal é uma das modalidades coletivas que nas duas ultimas décadas vem crescendo em popularidade em todo o mundo (CASTAGNA et a., 2010). Assim sendo, estudos foram desenvolvidos visando caracterizá-la, tanto no seu aspecto motor quanto fisiológico.

2.1.1 Demandas fisiológicas do futsal

O futsal é uma modalidade esportiva disputada por duas equipes de 5 jogadores, sendo um goleiro, em um espaço retangular que pode apresentar uma medida máxima de 42x25m² (CBFS, 2012). O tempo de jogo é composto por dois períodos de 20 minutos, cronometrados, intercalados por 10 minutos de descanso (CBFS, 2011). Em função das constantes interrupções no jogo, o tempo total das partidas pode atingir até 76 minutos (GARCIA, 2004), significando que a duração real (40 minutos) é semelhante ao de pausas (36 minutos).

Ainda que disputado em uma área relativamente curta, a distância total percorrida por atletas profissionais desta modalidade pode variar de 2010,27 metros (ARAÚJO et al., 1996) até 7876,97 metros

(MORENO, 2001). Desse percurso 11% são realizados em caminhada (0 a 1 m.s^{-1}), 46% trotando (1 a 3 m.s^{-1}) e 26% em velocidade média (3 a 5 m.s^{-1}). Em alta velocidade os atletas percorrem aproximadamente 17%, sendo que destes 15% entre 5 e 7 m.s^{-1} e apenas 2% em *sprints* ($>7 \text{ m/s}$).

Barbero-Alvarez et al (2004) apontaram que *sprints* são realizados a cada 56s, corridas em alta velocidade a cada 43s, corridas em média velocidade a cada 37s e deslocamentos em baixa intensidade a cada 14s. Vale ressaltar que estes resultados são condicionados pela posição tática desempenhada (fixo, alas e pivôs) (ARAUJO et al., 1996).

Dessa forma conclui-se que o futsal é caracterizado pela combinação de ações de alta intensidade, intercalados por períodos de recuperação variáveis, dependendo assim tanto do metabolismo aeróbio quanto anaeróbio (lático e alático) (BARBERO-ÁLVAREZ; ANDRÍN, 2005). Das vias energéticas Medina et al., (2002) cita que o anaeróbio alático (ATP-PC) é o mais solicitado em momentos decisivos, pois a maioria das ações são executadas com duração inferior a cinco segundos, em intensidades muito elevadas.

Como o tempo entre os estímulos máximo são curtos, e a recuperação incompleta, o metabolismo anaeróbio lático também apresenta participação significativa nas partidas (BARBERO ÁLVAREZ, 2005). Dessa forma, para um alto rendimento físico, é necessário que os atletas possuam bons níveis de VO_2max , haja vista sua relação com a síntese de ATP-CP, as quais representam a fonte primária de energia (GENTIL et al, 2001; McARDLE et al, 2003).

Todas essas características, fisiológicas e mecânicas presentes no futsal, disputado profissionalmente, devem ser analisadas quando se planeja uma bateria de avaliações, assim como quando se seleciona parâmetros para prescrição de cargas para treinamento.

2.2 Testes de campo e laboratório

Nos esportes, intermitentes ou contínuos, existem dois modelos de testes, os de campo e de laboratório (METAXAS et al., 2005) apresentando ambos aspectos positivos e negativos.

Em laboratório os dados, são obtidos em ambiente controlado, isento de condições climáticas desfavoráveis (DRUST et al., 2000), proporcionando aos resultados maior confiabilidade e validade. Por outro lado, para a maioria dos treinadores e clubes, o alto custo financeiro e acesso limitado aos aparelhos necessários (CASTAGNA et al., 2006) apresentam-se como desvantagem para sua aplicação.

Os testes de campo, por sua vez, justificam-se pela aplicabilidade (vários atletas testados simultaneamente), praticidade (exigência de poucos materiais), reduzido dispêndio econômico (SVENSSON; DRUST, 2005) afora uma elevada validade ecológica (superfícies, calçados e implementos específicos) em treinos e competição (FERNANDES DA SILVA et al., 2009).

Mesmo havendo outros protocolos para avaliação aeróbia em campo, alguns são citados com maior frequência pela literatura. Dentre estes, o *shuttle run* 20m (SHRT 20m) proposto por Léger e Lambert (1982), e validado por Ramsbotton et al., (1988), utilizado para a determinação indireta do VO₂max. O SHRT20m consiste de corridas contínuas, no sistema vai e vem, em um percurso de 40 metros (20+20m). O ritmo é controlado por sinais sonoros, iniciando na velocidade de 8,0 km.h⁻¹ e incrementos de 0,5 km.h⁻¹ a cada 1 minuto. O consumo máximo de oxigênio é determinado por uma equação que considera o estágio completado (km.h⁻¹) e a idade completa em anos. Além do VO₂max, o SHRT20m também fornece o PV como parâmetro de desempenho.

Em estudo realizado por Ahmaidi et al. (1992), comparando os resultados alcançados no SHRT20m e Montreal University Track test (MUTT) com um teste contínuo incremental de laboratório, não foram encontradas diferenças significativas no VO₂max, frequência cardíaca máxima (FCmax) e lactato pico pós-teste nos três protocolos. Porém, o PV alcançado no SHRT20m foi significativamente inferior aos obtidos em esteira rolante e no MUTT. Por não possuir pausas, a utilização dos resultados do SHRT20m para prescrição de treinamentos e avaliação em modalidades intermitentes deve ser adotados com cautela (SVENSSON; DRUST, 2005).

Uma das alternativas é o Yo-Yo test (YYT), proposto por Bangsbo (1994). Do mesmo modo como o SHRT20m, este também utiliza a distância fixa de 40 metros (20+20m), porém apresenta três diferentes versões, sendo um contínuo (Yo Yo Endurance - YYE) e dois intermitentes (Yo Yo Recovery – YYR e Yo Yo Intermitente – YYI).

O YYE é utilizado para verificar a capacidade de correr continuamente durante um longo período de tempo. Possuem dois níveis, o primeiro para iniciantes (*Yo Yo Endurance 1* – YYE1) e o segundo para avançados (*Yo Yo Endurance 2* – YYE2). O YYE1 inicia com 8 km.h⁻¹ (equivalente ao percurso de 20m em 9 segundos), em contrapartida o YYE2 inicia com 11,5 km.h⁻¹ (20 metros em 6 segundos). Em ambos os níveis há um aumento regular de 0,5 km.h⁻¹ a cada 1 minuto, fornecendo como indicadores de desempenho VO₂max

(indireto por equação) e distância total percorrida em metros ao longo do teste.

Na tentativa de se aproximar dos padrões de movimentações que ocorrem nos esportes intermitentes, foi sugerida uma variante para o YYT denominado de *Yo Yo Intermitente Endurance test* (YYIE), a qual adiciona pausas ativas de cinco segundos a cada repetição de 40 metros (20+20m).

O YYIE pode ser desempenhado em dois níveis, iniciante (YYIE1) e avançado (YYIE2), que se diferenciam pela velocidade inicial de $8,0 \text{ km.h}^{-1}$ e $11,5 \text{ km.h}^{-1}$, respectivamente além de incrementos irregulares nas intensidades ao longo do teste.

Aziz et al., (2005) comparando os desempenhos em dois testes de campo (SHRT20m e YYIE2) com laboratório, apontou que em ambos a FCmax, lactato pico pós-teste e tempo de atividade foram semelhantes; além disso, foi apresentada correlação entre VO_2max e desempenho (distância percorrida em metros) no SHRT20m e YYIE2. Concluiu-se que tanto SHRT20m quanto o YYIE2 são opções válidas para determinação do VO_2max em futebolistas.

Outra versão do YYT é o *Yo Yo Intermitent Recovery Test* (YYIR) que utiliza 10 segundos de pausas ativas entre os estímulos de 40 metros (20+20m), apresentando dois níveis (YYIR1 e YYIR2). Além da diferença entre as velocidades iniciais (10 e 13 km.h^{-1} , respectivamente para primeiro e segundo nível), os incrementos de cargas ocorrem de forma diferente para cada teste.

Analisando dados de outros estudos, a partir do YYIR1, Bangsbo et al (2006) encontraram uma forte correlação ($r=0,70$) entre VO_2max e desempenho (distância em metros). Segundo Krstrup et al., (2003) o PV determinado no YYIR1, ao contrário do VO_2max , está altamente correlacionado com o número de corridas em alta intensidade ($>15 \text{ km.h}^{-1}$; $r=0,71$) durante uma partida de futebol.

Pesquisas têm apontado que durante a execução do YYIR1 são obtidas respostas aeróbias máximas, assim como um estímulo significativo do sistema anaeróbio, demonstrando que o stress fisiológico é semelhante ao que o atleta é submetido durante uma partida de modalidade intermitente (KRUSTRUP et al., 2003).

Em pesquisa realizada com futebolistas foi observada alta correlação ($r=0,72$) entre o desempenho no YYIR2 e a mais alta distância percorrida em um período de 5 minutos dentro de uma partida oficial (BANGSBO et al., 2006). Apesar da possibilidade de obtenção do VO_2max , Bangsbo et al., (2006) afirma que neste modelo

intermitente a estimativa indireta não pode ser considerada como referência padrão.

As respostas fisiológicas, principalmente biopsia muscular e amostras sanguíneas coletadas antes e após os testes, mostraram que os dois níveis do YYIR apresentam diferentes contribuições anaeróbias. Krustup et al., (2003) corroboraram essa afirmação, quando observaram que o nível de creatina fosfato (CF) pós-teste foi menor no YYIR2, assim como a concentração de lactato muscular. Por outro lado, a depleção de glicogênio pós-teste foram maiores no YYIR2 comparado ao YYIR1.

Outra avaliação de campo que utiliza o padrão acíclico de movimentação dos esportes intermitentes foi proposta por Buchheit, (2008) e denominado *30-15 intermittent fitness test* (30-15_{IFT}). É um teste incremental máximo de natureza intermitente que tem por objetivo propor velocidades referenciais para formatação de treinamentos intervalados de alta intensidade, com mudança de sentido. Consiste de 30 segundos de corrida bidirecional em uma distância de 40 metros com ritmo determinado por sinais sonoros e intervalos apropriados para controlar a velocidade de corrida intercalada por 15 segundo de recuperação passiva. O teste inicia com 8 km.h⁻¹ e incrementos de 0,5 km.h⁻¹ a cada estágio de 45 segundos (sujeitos bem treinados iniciam em 10 ou 12 km.h⁻¹). Os índices utilizados, como referência, no teste são a velocidade final, em km.h⁻¹ (V_{IFT}) e o VO₂max, por meio de uma equação que considera sexo, idade e massa corporal.

Bouchheit et al., (2009) postularam duas informações importantes a respeito deste novo teste. Atletas submetidos ao 30-15_{IFT} alcançam o VO₂max ao final do protocolo e a velocidade final do 30-15_{IFT} (V_{30-15IFT}) foi significativamente maior que a MVA alcançada em protocolo de campo contínuo (UMTT).

O futsal, dentre as demais modalidades coletivas intermitentes, apresenta algumas peculiaridades, por exemplo, a alta intensidade exigida durante as partidas, além de suas substituições ilimitadas ao longo da partida (CASTAGNA et al., 2010). Considerando isso e objetivando avaliar a capacidade para sustentação de corridas em alta intensidade de atletas de futsal, Barbero et al., (2005) desenvolveram um teste específico – *Futsal Intermittent Endurance Test (FIET)*. Este consiste de corridas de 45 metros (3 x 15 m) desempenhado em velocidades progressivas, ditadas por sinais sonoros. A cada 45 metros são realizadas pausas passivas de 10 segundos. Após 8 corridas de 45 metros é permitido um descanso de 30 segundos antes do próximo estágio. A velocidade inicial é de 9 km.h⁻¹, e até a 9ª corrida os

incrementos são de $0,33\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 45 metros. A partir da 10ª corrida a intensidade aumenta em $0,20\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ até a exaustão.

Castagna et al (2010) ao submeterem um grupo de jogadores de futsal profissional a execução do FIET com consumo portátil de oxigênio, assim como um protocolo de esteira rolante em laboratório, encontraram os seguintes resultados: não houve diferenças significativa entre os valores do FIET e laboratório respectivamente para FCmax (191 ± 7 e 193 ± 8 bpm); lactato pico ($12,6\pm 2,3$ e $12\pm 2,9$ mmol.L⁻¹). Com relação ao VO₂max, os valores no FIET ($61,6\pm 4,6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) foram significativamente inferiores aos de laboratório ($65,1\pm 6,2\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Dessa forma, os autores concluíram que tanto o metabolismo aeróbio quanto anaeróbio são determinantes do desempenho no FIET.

Além dos testes previamente citados, a literatura aponta ainda outras alternativas de avaliação aeróbia em campo. Dentre estes, o Teste de Carminatti (T-CAR) (CARMINATTI et al., 2006; FERNANDES DA SILVA et al., 2011; DITTRICH et al., 2011; CETOLIN et al., 2010) do tipo *shuttle run* envolvendo na sua execução acelerações, desacelerações, mudança de sentido, pausas entre os esforços e aumento gradativo das distâncias percorridas.

O T-CAR se inicia com uma velocidade de $9\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (30 metros percorridos em 12 segundos) com incrementos de $0,6\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (1 metro) a cada estágio de 90 segundos até a exaustão voluntária. Este teste determina o PV e o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), os quais estão respectivamente associados à potência aeróbia máxima (FERNANDES DA SILVA, et al., 2011) e a máxima fase estável de lactato sanguíneo (MFELS) (CARMINATTI, 2006). A principal diferença frente os demais procedimentos de campo (SHT20, YYET, YYEIT, YYIR, FIET e 30-15_{IFT}) é que o incremento da intensidade ocorre pelas distâncias percorridas ao longo dos estágios, mantendo o tempo fixo de idas, voltas e pausas (6 segundos).

Fernandes da Silva et al., (2011) se propuseram validar e analisar a reprodutibilidade do T-CAR. Para tal, 28 atletas profissionais de futebol foram submetidos a este teste de campo e a um protocolo de esteira rolante em laboratório, para determinação do PV_{est}, VO₂max, vVO₂max e velocidade associada ao onset of blood lactate acculation (vOBLA). Para determinação da confiabilidade do T-CAR, 24 futebolistas desempenharam o teste em duas ocasiões no intervalo de 72 horas. Dentre os resultados estão: correlação entre o PV, no T-CAR, com VO₂max ($r=0.52$, $p=0.004$), vVO₂max ($r=0.74$, $p=0.0008$) e vOBLA ($r=0.63$, $p=0.0003$). Além disso, o PV alcançado em campo se mostrou altamente reprodutível (bias= $0,260$; limite de confiança= $-0,961$

a 0,328) quando avaliados em 72 horas. As conclusões destes estudos mostraram que o T-CAR pode ser utilizado como uma válida e confiável estimativa para a velocidade correspondente a potência aeróbia máxima ($vVO_2\text{max}$) e está associada ao OBLA em atletas de futebol profissional.

Outra pesquisa relacionada ao T-CAR foi desenvolvida por Dittrich et al., (2011) com o propósito de verificar a validade do T-CAR para índices da aptidão aeróbia, examinaram a associação entre PV, PDFC e 80,4%PV, com respostas alcançadas em esteira rolante ($vVO_2\text{max}$ e limiar anaeróbio - LAN). As conclusões apontaram que não houve diferença estatística entre o PV, no T-CAR, ($16,42 \pm 0,94 \text{ km.h}^{-1}$) e a $vVO_2\text{max}$ ($16,71 \pm 1,05 \text{ km.h}^{-1}$) em laboratório, assim como o valor relativo de 80,4% do PV, alcançado no T-CAR foi associado com a velocidade correspondente a concentração de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ de lactato sanguíneo durante o teste em esteira rolante.

2.3 Potência aeróbia máxima

2.3.1 Consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$)

O $VO_2\text{max}$ representa a maior quantidade de oxigênio que o organismo humano pode utilizar durante exercícios máximos respirando ao nível do mar, sendo este um indicador da capacidade cardiorrespiratória (ASTRAND; RODAHL, 1968; BASSETT; HOWLEY, 2000).

As adaptações do VO_2 às cargas de trabalho requerem um funcionamento otimizado do sistema cardiovascular, respiratório e metabólico periférico, com heterocronia de respostas entre eles (LIMA SILVA; DE OLIVEIRA., 2004).

Buscando viabilizar uma interpretação do consumo de oxigênio durante a transição repouso-exercício Gaesser; Pooler (1996) identificaram e quantificaram três fases na cinética do VO_2 . A primeira caracteriza-se por um atraso temporal na resposta do VO_2 , com duração aproximada de 15 a 20 segundos, devido a dissociação entre o oxigênio consumido no pulmão e nos tecidos ativos (BELL et al., 2001). Na segunda fase, há um aumento contínuo no VO_2 , podendo ou não resultar em uma fase de equilíbrio (*steady state*) dependendo da intensidade a qual o exercício está sendo executado. Nesta fase há uma maior utilização dos estoques de oxigênio nos músculos esqueléticos ativos, ocasionando uma redução no conteúdo de oxigênio do sangue venoso

misto e na pressão de oxigênio (PO_2) nas unidades contráteis (LIMA SILVA; DE OLIVEIRA., 2004).

Estudos clássicos (BARSTOW et al., 1991, WHIPP et al., 1972) comprovaram que na terceira fase nem sempre pode ser alcançada sendo isto dependente essencialmente do domínio na qual o exercício está sendo executado. Em intensidades inferiores ao primeiro limiar ventilatório, o VO_2 se estabiliza e permanece com pouca variação. Quando o exercício é executado em intensidades superiores ao primeiro limiar ventilatório (domínio pesado), nem sempre se observa equilíbrio no VO_2 , o qual pode aumentar continuamente até o final da atividade. Este oxigênio consumido “extra” é denominado componente lento de consumo de oxigênio (GAESSER; POOLER, 1996), como demonstrado na figura 1.

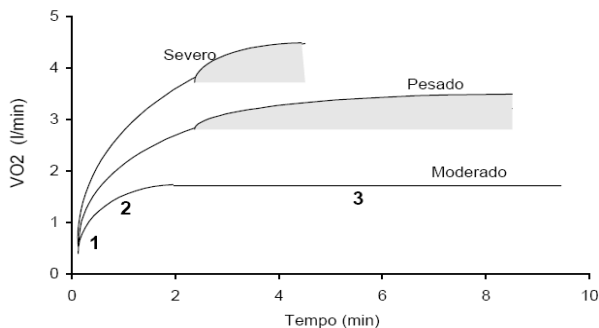


Figura 1. Resposta do consumo de oxigênio (VO_2) ao exercício de cargas constantes nas diferentes intensidades de esforço. As áreas demarcadas representam o componente lento do VO_2 (adaptado de GAESSER; POOLER, 1996).

Exercícios realizados em cargas retangulares, com intensidade acima da potencia crítica, há uma tendência do VO_2 aumentar progressivamente, atingindo o VO_{2max} (GAESSER; POOLER., 1996). Dessa forma a amplitude do componente lento é dependente da intensidade do exercício (LIMA SILVA; DE OLIVEIRA., 2004).

Apesar de o VO_{2max} não determinar o desempenho nos esportes com características intermitentes (BARBERO-ALVAREZ et al., 2004), este pode ser considerado como um índice discriminador para diferentes níveis competitivos de futsal (BARBERO-ALVAREZ et al., 2009).

Mesmo não sendo determinante do desempenho, o metabolismo aeróbio é imprescindível nos períodos de recuperação entre os estímulos

de alta intensidade em modalidades intermitentes coletivas (MATT GREEN, et al., 2003). Estudos transversais apresentaram resultados divergentes quanto à associação entre o condicionamento aeróbio e o desempenho anaeróbio de *sprints* repetidos (TOMLIN & WENGER, 2001), talvez em decorrência de diferentes padrões de atividades e pausa empregados nas pesquisas.

Apesar das dificuldades impostas pela aquisição de materiais de alto custo financeiro, algumas pesquisas avaliaram por meio de testes de campo o consumo de oxigênio de forma direta. Metaxas et al., (2005) com o propósito analisar o $VO_2\max$ em campo e laboratório submeteu 35 atletas de futebol a quatro testes, sendo um de campo com consumo portátil de oxigênio (YYIE) Neste estudo foi concluído que o teste de campo contínuo (YYE) subestimou os valores de $VO_2\max$, obtidos de forma direta nos demais e não houveram diferenças na $FC\max$ e $VE\max$ nas quatro avaliações.

Castagna et al., (2006), também com medida direta (ergoespirometro portátil), analisaram as respostas cardiorrespiratórias ($VO_2\max$, $FC\max$, VE e $R\max$) de futebolistas durante o YYIE1 e incremental de esteira rolante. Dentre os resultados, as variáveis respiratórias máximas não foram estatisticamente diferentes no YYIE1 ($50,2 \pm 6,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e laboratório ($52,8 \pm 7,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). O $VO_2\max$ determinados em campo e laboratório, exibiram uma variação individual muito alta, demonstrando que o YYIE não foi confiável para avaliar o $VO_2\max$ de futebolistas. A pesquisa apontou também que não houve diferença entre a distância total percorrida com ou sem o analisador portátil de gases durante o YYIE.

Aziz et al., (2005) submeteram atletas de futebol profissionais a três testes incrementais máximos com medida direta de consumo de oxigênio. A discrepância média de $VO_2\max$ nos protocolos SHRT20m ($59,1 \pm 4,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), YYIE2 ($56,1 \pm 4,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e esteira ($57,8 \pm 5,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) encontraram-se dentro de variabilidade considerada normal (<5% ou $2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (SKINNER et al., 1999). Dessa forma concluiu-se que SHRT20m e YYIE2 são opções válidas para avaliar $VO_2\max$ em futebolistas. Porém o desempenho do único teste intermitente (YYIE) não se mostrou correlacionado com nenhum valor de $VO_2\max$ alcançado nos demais testes.

Fornaziero et al., (2009), compararam em futebolistas, as respostas cardiorrespiratórias de $VO_2\max$, $VE\max$, quociente respiratório ($R\max$), FC , tempo total (TT) e $vVO_2\max$ do YYIE2 com

teste em laboratório. Não foram apontadas diferença ($p < 0,05$) entre o $VO_2\text{max}$ do laboratório ($56,0 \pm 6,33 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e YYIE2 ($57,20 \pm 4,67 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). A VE_{max} , R_{max} , FC_{max} e PV foram significativamente ($p < 0,05$) superiores em laboratório quando comparados ao YYIE2. O $VO_2\text{max}$ obtido em esteira rolante foi fortemente correlacionado com a duração ($r=0,91$) e a distância ($r=0,89$) desempenhada no YYIE2.

Em modalidades como o futsal, o $VO_2\text{max}$ pode ser apontado como uma variável fisiológica niveladora, na qual aponta uma faixa de 50 a 60 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ como mínimo para um atleta atuar em alto nível (BARBERO-ALVAREZ et al.; 2009, CASTAGNA et al., 2009).

Bortolotti et al., (2010), utilizaram o 30-15_{IFT} para avaliar atletas de futsal profissional e determinaram valores para $VO_2\text{max}$ de $52,2 \pm 0,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Castagna et al., (2010) na mesma modalidade, ao submeterem atletas profissionais a um teste específico de campo (FIET) e um de esteira rolante em laboratório, encontram diferença significativa ($p < 0,01$) entre os valores respectivos valores de $VO_2\text{max}$ ($61,6 \pm 4,6$ e $65,1 \pm 6,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Dessa forma concluíram que o FIET, apesar de específico ao futsal, não foi válido para prever o $VO_2\text{max}$.

Castagna et al., (2009) examinaram o VO_2 , durante as partidas disputadas entre os atletas da mesma equipe de futsal (4 x 10 com 5 minutos de intervalo). Participaram do estudo 8 atletas, atuantes na segunda divisão espanhola (22,4 anos, 75,4 Kg, 1,77 metros e $64,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Dentre os achados estão que durante a partida o sistema cardiorrespiratório foi altamente estimulado (76% do valor máximo individual obtido no protocolo de esteira). As análises do jogo mostraram que os atletas percorreram em média 121 m.min^{-1} . Assim confirmou-se que o futsal é uma modalidade com alta solicitação tanto aeróbia quanto anaeróbia.

Alves Dias (2011) analisou equipes portuguesas de diferentes níveis competitivos. Para tal avaliou 27 atletas ($26,30 \pm 5,49$ anos, $171,26 \pm 6,00 \text{ cm}$ e $70,98 \pm 7,34 \text{ Kg}$) nas variáveis fisiológicas ($VO_2\text{max}$, FC, lactato sanguíneo e R_{max}) e funcionais (força explosiva, velocidade e potência muscular). Não foram encontradas diferenças estatísticas no $VO_2\text{max}$ entre atletas de 1ª ($63,0 \pm 6,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e 2ª divisão ($65,7 \pm 4,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), demonstrando neste caso que o

consumo máximo de oxigênio não foi uma variável discriminadora de níveis competitivos do futsal.

Baroni et al., (2011), ao longo de quatro anos, reuniram dados de 186 (sendo 22 goleiros) atletas de futsal profissionais brasileiros, avaliados em laboratório. A amostra apresentou valores médios de $VO_2\text{max}$ para goleiros de $50,7 \pm 5,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $59,0 \pm 5,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para os demais.

Pedro et al., (2012) confirmando a hipótese que a velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio ($vVO_2\text{max}$) e o limiar anaeróbio ($vLAN$) podem discriminar atletas de futsal de diferentes níveis competitivos. Nesta pesquisa encontraram valores de referência para potência aeróbia máxima em 11 atletas amadores (17,2 anos, 70,4 kg, 174,3 cm e $62,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e 9 profissionais (22,6 anos, 70,6 kg, 174,3 cm e $63,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Hartmann Nunes et al., (2012) compararam perfil antropométrico, capacidade aeróbia e produção de potência (capacidade de sprints repetidos – CSR) entre jogadores de futsal e futebol profissionais brasileiros. Os testes assinalaram que atletas de futsal apresentaram valores de $VO_2\text{max}$ ($65,5 \pm 4,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) superiores aos futebolistas ($52,1 \pm 4,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Por fim Matos Rodrigues (2008) identificou a intensidade de jogos oficiais de futsal e o efeito do período competitivo nas variáveis aeróbia em 14 atletas (> 20 anos). O período competitivo, acrescido de 3,5 horas de treinamentos diários, não alterou estatisticamente a média de $VO_2\text{max}$ antes ($71,5 \pm 5,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e após ($67,6 \pm 3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

2.3.2 Máxima velocidade aeróbia (MVA)

A MVA, também conhecida como $vVO_2\text{max}$, corresponde a mínima intensidade na qual ocorre o $VO_2\text{max}$ durante um esforço progressivo máximo (BILLAT et al., 1994). A obtenção dessa variável apresenta, dentre outras utilidades, a obtenção de parâmetros para prescrição de treinamentos intervalados (DE LUCAS et al., 2009).

Segundo Billat et al., (2001) um dos aspectos mais importantes na otimização do $VO_2\text{max}$, para sujeitos treinados, é a aplicação de cargas próximas a MVA. Esse incremento ocorre por nessas intensidades haver uma sobrecarga máxima no miocárdio, resultando no aumento do volume sistólico e consequentemente $VO_2\text{max}$ (WIDGLEY

et al., 2006). Dessa forma, não é a intensidade ou a duração do exercício em valores absolutos que resultarão no desenvolvimento do condicionamento aeróbio, mas o percentual (90 a 100%) do $VO_2\text{max}$ e o tempo que pode ser mantido durante os estímulos (TABATA et al., 1997).

Dessa forma, alguns estudos foram desenvolvidos com intuito de analisar respostas de diferentes protocolos na sustentação de intensidades satisfatórias para gerar adaptação no sistema cardiorrespiratório.

Millet et al (2003) determinaram o tempo de manutenção no consumo de oxigênio acima de 90% do $VO_2\text{max}$ em diferentes sessões de corridas intermitentes. Para isso submeteram um grupo de oito triatletas a três protocolos distintos. O volume total da sessão (3 x Tlim), assim como a intensidades de esforço (100% da MVA) e pausa (50% da MVA) foram mantidas fixas, variando somente a densidade (relação esforço-pausa) das cargas. Os autores concluíram que em protocolos com relação de 2:1 (60s:30s) o tempo sustentado acima de 90% do VO_2 foi superior (531 ± 187 s) aos demais 1:1 (149 ± 33 s) e $\frac{1}{2}$ Tlim: $\frac{1}{2}$ Tlim (487 ± 176 s).

Billat et al., (1999) buscando determinar a velocidade a qual permite o exercício ser mantido por maior tempo no $VO_2\text{max}$, submeteram um grupo de corredores a tempos limites no modelo contínuo. O tempo que $VO_2\text{max}$ foi mantido nas intensidades de 90, 100, 120 e 140% MVA foram respectivamente $15,8 \pm 39$ s, 190 ± 87 s, 73 ± 29 s e 18 ± 19 s, confirmando que a velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio foi a maior geradora de stress no sistema cardiorrespiratório.

Billat et al., (2001) reportou ainda que atletas submetidos a um treinamento intervalado de 30 segundos (100%MVA) intercalados por pausas ativas de 30 segundos (50% MVA) permaneceram 83% (10 minutos) do tempo total da sessão VO_2 considerado máximo. Além de manter esta intensidade por um período longo de tempo, ao final da sessão a concentração média de lactato sanguíneo foi de $7,4 \pm 1,8$ mmol.L⁻¹. Dessa forma, treinamentos fracionados na intensidade da MVA, deveriam estar presentes na periodização de atletas que almejam aprimorar a potência aeróbia máxima. Esse protocolo também estimula o sistema glicolítico (DEMARIE et al., 2000), resultando além de significativa produção de lactato, também capacidade de remoção (BROOKS et al., 1985).

Lacour et al., (1991), examinaram o pressuposto de Leger; Boucher (1980) que o $VO_2\text{max}$ está associado a última velocidade

alcançada durante a execução de um teste de campo contínuo (Université Montreal Track Test – UMTT). Foi verificado que a última velocidade do UMTT ($21,88 \text{ km.h}^{-1}$) foi superior a MVA alcançada em esteira rolante ($21,63 \text{ km.h}^{-1}$), sendo que ambas apresentaram forte correlação ($r=0,91$, $p\leq 0,001$). Tanto o PV_{UMTT} quanto a MVA apresentaram forte correlação com o $VO_{2\text{max}}$ obtido em laboratório ($r=0,75$ e $0,84$; $p<0,001$ respectivamente). Não houveram diferenças significativas entre os valores de lactato pico e FC_{max} , porém esta última foi fortemente correlacionada ($r=0,79$; $p<0,001$) em ambos as intervenções.

Dupont et al., (2010) desenvolveram uma pesquisa cujo objetivo foi determinar se o pico de velocidade no *Yo Yo Intermittent Recovery Test* (YYIRT) (PV_{YYIRT}) e a máxima velocidade aeróbia, do UMTT (MVA_{UMTT}), poderiam ser utilizada de forma equivalente. Em ambos os protocolos todos os atletas foram avaliados acompanhados de um aparelho de consumo de oxigênio portátil, possibilitando dessa forma a comparação de parâmetros ventilatório. O principal achado foi que apesar de a MVA_{UMTT} ($16,8 \pm 1,1 \text{ km.h}^{-1}$) estar fortemente correlacionada com o PV_{YYIRT} ($16,5 \pm 0,6 \text{ km.h}^{-1}$) ($r=0,79$, $p<0,01$) o erro padrão não foi constante, demonstrando que ambos os índices não podem ser utilizados de forma equivalentes.

Fernandes da Silva et al., (2011) apesar de não encontrarem diferença estatística ($p>0,05$) entre o PV_{T-CAR} ($16,50 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$) e a MVA em laboratório ($16,80 \pm 1,10 \text{ km.h}^{-1}$), apontaram que ambos os índices foram fortemente correlacionados ($r=0,74$, $p<0,05$). No mesmo estudo não foi encontrado diferença entre o PV, alcançado no T-CAR e PV, obtido em esteira rolante ($17,20 \pm 0,90 \text{ km.h}^{-1}$). Dessa forma confirmaram que mesmo com as pausas intermediárias (6 segundos) o desempenho final é semelhante a um protocolo contínuo em esteira rolante.

Castagna et al., (2009) examinaram as respostas fisiológicas e o padrão de movimentação de atletas de futsal profissionais, atuantes na segunda divisão da liga espanhola. Para isso aplicaram um teste incremental máximo em esteira rolante (1 km.h^{-1} a cada 1 minuto). Encontraram como valor de referência para MVA $18,3 \text{ km.h}^{-1}$, com variação de $15,5$ a 21 km.h^{-1} .

Dittrich et al. (2011), avaliando atletas profissionais de futebol e futsal, não apontaram diferença, porém verificaram correlação fraca ($r=0,56$; $p\leq 0,05$) entre o PV_{T-CAR} ($16,4\pm 0,9 \text{ km.h}^{-1}$) e a MVA ($16,7\pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$) em esteira rolante.

Essas conclusões mostraram que o PV, alcançado no T-CAR, pode ser uma válida, e confiável, estimativa para potência aeróbia, porém como todas as pesquisas validaram este índice indiretamente, a sugestão de estímulos deve ser tratada de forma cautelosa.

2.3.3 Tempo limite (Tlim)

Um conceito que está associado à MVA é o tempo na qual o exercício pode ser sustentado nessa intensidade, denominado tempo limite (Tlim) ou tempo de exaustão (DENADAI, 2000). Apesar de ser um indicador da potência aeróbia máxima, 16% da energia utilizada durante um protocolo de Tlim na MVA é proveniente do metabolismo anaeróbio (FAINA et al., 1997). Essa participação explica segundo Billat et al., (1996) até 25% da variação entre indivíduos, quando submetidos a cargas constantes na MVA.

No exercício intermitente essa diferença inter-individual do Tlim pode chegar até 29% (BILLAT et al., 2001). No modelo contínuo, o Tlim na MVA pode variar de 2,5 até 10 minutos (BILLAT et al., 1994).

Na elaboração de treinamentos intermitentes, o Tlim tem se apresentado como um parâmetro de volume de cargas e séries (BILLAT et al., 1999). Porém segundo Hill; Rowell (1997) a utilização de frações fixas (50, 60, 70%) do Tlim na prescrição de treinamentos não se justificam, haja vista que para um determinado percentual de Tlim pode haver uma ampla variação no tempo de sustentação do VO₂max entre corredores.

Isso foi corroborado pelo estudo realizado por Millet et al., (2003) pois encontraram valores superiores de tempo de sustentação acima de 90% do VO₂max quando comparado a frações fixas (½ Tlim: ½ Tlim – 486,3±176,2 s) com duração de estímulo predeterminada (60:30 s – 530,8±187,1 s).

Dessa forma, verificando quais fatores fisiológicos contribuem para variabilidade nos exercícios intermitentes Widgley et al., (2006) submeteram 13 atletas de corrida, a cinco testes de laboratório, sendo um deles o Tlim (100% MVA) no modelo intermitente (Tlim_{int}) e outro contínuo (Tlim_{cont}). O exercício intermitente consistia de 30s de exercício na MVA intercalados por 30s de pausa ativa (70% MVA) até exaustão voluntária. Dentre os achados estavam que o VO₂pico do Tlim_{int} (3965 ± 444 ml.min⁻¹) foi estatisticamente inferior ao Tlim_{cont} (4229 ± 528 ml.min⁻¹) e o coeficiente de variação inter-individual para o Tlim_{int} foi de 37% .

Demarie et al., (2000) realizaram um estudo para verificar se em atividades intermitentes seria possível alcançar valores máximo e supra máximos de consumo de oxigênio maiores que em exercício contínuo. Para tal, submetem quinze corredores a três testes de campo e um exercício máximo de tempo limite contínuo ($T_{lim_{cont}}$), com a intensidade referente $vLAN$ acrescido de 50% da diferença entre vVO_{2max} e $vLAN$ ($v50\% \Delta$).

Os autores encontraram que o $T_{lim_{int}}$ ($19,63 \pm 5,16$ min) foi estatisticamente superior ao $T_{lim_{cont}}$ ($10,38 \pm 1,43$ min) e os tempos de permanência no VO_{2max} foram $5,11 \pm 3,05$ min e $10,38 \pm 5,85$ min respectivamente para $T_{lim_{cont}}$ e $T_{lim_{int}}$. Todos os sujeitos atingiram o VO_{2max} na execução do $T_{lim_{int}}$, o que não ocorreu no protocolo contínuo.

Billat et al., (1996) examinaram a influência da duração dos estágios (1 e 2 minutos) e incrementos das cargas ($0,5$ e 1 km.h^{-1} respectivamente) nas respostas de um teste máximo de laboratório e conseqüentemente nos tempos limite. Foi apresentado que a MVA além de não diferir nos protocolos estiveram fortemente correlacionadas ($r=0,80$, $p \leq 0,001$). Tanto o $T_{lim_{MVA}}$, como VO_{2max} , em ambos testes não foram diferentes estatisticamente.

Além desses procedimentos o estudo investigou também a influência do ambiente (campo e laboratório) na obtenção da MVA e T_{lim} . Dessa forma os autores submetem um grupo de 7 corredores a um teste adicional (Université Montreal Track Test – UMTT) de campo, na qual assumiram como MVA a velocidade correspondente ao ultimo estágio alcançado na execução do teste. A MVA no teste de campo ($20,1 \text{ km.h}^{-1}$, $CV=3\%$) foi significativamente inferior a obtida em laboratório ($1,0 \text{ km.h}^{-1} \times 2\text{min}$) ($21,1 \text{ km.h}^{-1}$, $CV=3\%$). Embora não estatisticamente diferente, observou-se uma discrepância de valores no T_{lim} em campo ($350 \pm 55\text{s}$, $CV=16\%$) e laboratório ($290 \pm 69\text{s}$, $CV=24\%$).

Carminatti et al., (2010) compararam além do PV, FC e lactato pico, também o T_{lim} ($100\%PV$) em dois protocolos de campo, um contínuo (VAMEVAL) e outro intermitente (T-CAR). O $T_{lim_{T-CAR}}$ (338 s) e o $T_{lim_{VAMEVAL}}$ (379 s) não apresentaram correlação significativa ($r=0,41$). Ponderando que o T_{lim} na MVA, varia de 2,5 a 10 minutos (Billat et al.,1994) concluiu-se que o PV, em ambas as avaliações poderia representar a MVA.

2.3.4 Pico de velocidade (PV)

Uma das alternativas que procura explicar mais claramente o desempenho aeróbio em corridas tem sido a máxima velocidade alcançada em testes progressivos de laboratório ou campo, denominado pico de velocidade (PV) (AHMAIDI, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004). Este índice representa o último estágio, com ou sem correção, atingida pelo indivíduo em um teste máximo (DE-OLIVEIRA, 2004).

O PV, além da fácil determinação, não necessita de técnicas invasivas e equipamentos sofisticados, avaliando conjuntamente os sistemas aeróbios e anaeróbios de fornecimento de energia (NOAKES, 1988). Embora fortemente relacionados, o PV não pode ser tratado como a MVA, pois este corresponde a velocidade de finalização do teste, sofrendo influência tanto da capacidade anaeróbia e potência muscular como da habilidade neuromuscular de correr em altas intensidades (JONES; CARTER, 2000), enquanto que a MVA corresponde à mínima velocidade em que há a ocorrência do $VO_2\text{max}$ (BIILAT, 1994).

Alguns testes de campo foram propostos buscando se aproximar ao máximo dos padrões de movimentos presentes durante as competições, além de fornecer indicadores úteis na prescrição e controle dos efeitos da periodização. Fornaziero et al (2009) citaram que em modalidades intermitentes uma das alternativas é a utilização de padrões “*shuttle run*”, metodologias estas que exigem mudança de sentido e movimentações semelhantes as específicas das modalidades coletivas. Segundo Krstrup et al., (2003) o PV determinado no YYIR1, ao contrário do $VO_2\text{max}$, está fortemente correlacionado com a quantidade corridas em alta intensidade ($>15 \text{ km.h}^{-1}$; $r=0,71$) durante uma partida de futebol.

Esses dados foram corroborados por Rampinini et al., (2007) quando relacionaram intensidade de corridas durante uma partida oficial de futebol, com o PV de um teste de campo contínuo adaptado (UMTT – 1 km.h^{-1} a cada 1 minuto). O valor médio de PV foi $17,7 \pm 0,9 \text{ km.h}^{-1}$ e apresentou correlação média com distancia total, em metros, percorrida; ($r=0,58$), correlação média com alta intensidade ($>14,4 \text{ km.h}^{-1}$) ($r=0,65$) e *sprint* ($>19,8 \text{ km.h}^{-1}$) ($r=0,64$).

Alguns pesquisadores compararam os resultados em diferentes protocolos. Para Ahmaid et al (1992) o PV no SHT20m, foi significativamente inferior aos obtidos em ambiente de laboratório (16,3%) e campo - UMTT (19,3%) - representando aproximadamente 3 km.h^{-1} . Aziz et al., (2005) apontaram diferença significativa no PV do

SHRT20m (13,6 km.h⁻¹) e YYIE2 (15,7 km.h⁻¹). Fornaziero et al., (2009) também encontraram diferença entre YYIE2 (14,04 ± 0,24 km.h⁻¹) e a esteira (19,14 ± 1,46 km.h⁻¹).

Ao contrário Fernandes da Silva et al., (2011) avaliando futebolistas profissionais, não observou diferença entre o PV_{T-CAR} e o PV obtido em teste de laboratório. Carminatti et al., (2010) compararam o PV de um teste intermitente com os valores de um contínuo e verificaram semelhanças nos valores de T-CAR (15,6 ± 1,2 km.h⁻¹; variação:13.1 – 17.5 km.h⁻¹) e VAMEVAL (15,5 ± 1,3 km.h⁻¹; variação:12.7 – 17.7 km.h⁻¹).

Uma das vantagens de utilizar o PV é a sua sensibilidade ao desempenho. Floriano et al (2009), constataram que o PV_{T-CAR} aumentou significativamente ao longo de uma temporada (de 15,0±0,1 km.h⁻¹ para 17,0±0,8 km.h⁻¹), confirmando dessa forma a sensibilidade do PV, alcançado no T-CAR, para identificação nas adaptações ao treinamento.

Considerando que a intensidade do exercício pode ser influenciada pelo modo e o tipo de exercício, Cetolin et al., (2010) desenvolveram um trabalho com atletas amadores de futebol, na qual compararam as respostas fisiológicas determinadas no T-CAR realizados em solo arenoso e piso de grama natural. O principal achado do estudo foi que o índice de potencia aeróbia (PV) foi superior quando obtidos em solo gramado. Segundo os autores isso se justificou pela maior instabilidade e resistência imposta pelo areia, gerando por consequência um maior reajuste mecânico na marcha da corrida, contribuindo assim para um menor PV.

Em função das características dos diferentes testes citados pela literatura, os resultados de PV como referência para futsal não são coincidentes. Dentre os autores que avaliaram esta modalidade em ambiente de campo mencionam-se os seguintes resultados:

Quadro 1: Valores descritivos de PV para atletas de futsal

Autores	PV (km.h ⁻¹)	Protocolo
Castagna et al., 2010	16,5 ± 0,6	FIET
Heineck et al., (2011)	16,38 ± 0,74	YYIR1
	13,21 ± 0,54	SHT20 m
Barbero-Alvarez et al., (2003)	13,3 ± 0,68	SHT20 m
Bortolotti et al., (2010)	19,3 ± 0,3	30-15 _{IFT}
Nascimento et al., (2011)	16,5 ± 1,4	T-CAR
Dittrich et al., (2011)	16,4 ± 0,9	T-CAR
Castagna et al., (2009)	18,7	Esteira rolante
Dittrich et al., (2011)	17,1 ± 0,9	Esteira rolante

FIET: Futsal *intermitent endurance test*; YYIR1: Yo Yo *intermittent recovery* (nível 1); SHT20m: *shuttle run test* 20 metros; 30-15_{IFT}: 30-15 *intermittent fitness test*; T-CAR: teste de Carminatti.

A variação nos resultados pode estar relacionada primeiramente com os diferentes protocolos empregados, nível competitivo (amador e profissional) e o período em que as avaliações foram realizadas (pré-competitiva, competitiva ou transitória).

2.4 Limiar de transição fisiológica (LTF)

A participação dos sistemas energéticos (aeróbio e anaeróbio) durante a prática do exercício físico é determinado pela intensidade e duração da carga de trabalho (GASTIN, 2001; HILL, 1999). Uma das opções para se estimar a maior ou menor participação de cada uma dessas vias energéticas é a determinação de marcadores fisiológicos específicos (KISS, 2003).

Apesar das vantagens de identificação dos LTF, ainda se questiona sobre quais os melhores modelos, ajustes, protocolos, ergômetros e nomenclaturas utilizadas (SVEDAHL; MACINTOSH, 2003).

Mesmo em grupos treinados, com valores similares de VO₂max, a resposta do lactato sanguíneo está altamente relacionada com o desempenho aeróbio (DENADAI, 1999), por isto o limiar anaeróbio (Lan) tem sido utilizado na avaliação e prescrição do treinamento em diversas modalidades esportivas, inclusive intermitentes (BILLAT et al, 1999).

Segundo Bunc e Psotta (2001) parâmetros submáximos, como o LAN, são mais sensíveis aos efeitos das cargas de treinamento que o

VO_2max pois representam adaptações periféricas ocorridas ao longo dos treinamentos. Dessa forma torna-se importante sua identificação, tanto para fins de caracterização quanto prescrição de exercícios.

2.4.1 Limiar ventilatório

Em 1964 Wasserman e McIlroy introduziram o termo limiar anaeróbio e propuseram o uso de parâmetros ventilatórios que pode ser definido como intensidade de esforço, ou consumo de oxigênio, acima da qual a produção de ácido lático supera a sua própria remoção, provocando por consequência uma hiperventilação.

Essa metodologia se baseia nas mudanças do padrão de ventilação do consumo de oxigênio (O_2) e produção de gás carbônico (CO_2) durante o exercício de carga progressiva (BEAVER et al., 1986).

A partir da análise desses gases pode-se apontar dois limiares ventilatórios (LV_1 e LV_2) (SKINNER et al., 1980). O LV_1 é identificado pelo aumento sistemático do VCO_2 e causado pela maior produção de CO_2 como consequência do tamponamento do H^+ pelo bicarbonato (HCO_3^-), sendo identificado pelo aumento da relação VE/VO_2 sem acréscimo simultâneo de VE/VCO_2 e FeO_2 (MARQUEZI & LANCHI, 1997). Na sequência do exercício, com incremento na intensidade, se apresenta o LV_2 , também denominado ponto de compensação respiratório, que é definido como a intensidade de esforço em que a produção de lactato supera a sua remoção, provocando uma hiperventilação, necessária para a diminuição da pressão parcial de dióxido de carbono (PCO_2) venosa e para restabelecimento das concentrações de bicarbonato (HCO_3^-) aumentando assim o pH plasmático (MEYER et al., 2005).

Castagna et al (2010) avaliando profissionais espanhóis de futsal em laboratório encontraram que a velocidade associada ao LV_2 foi de $11,7 \pm 1,6 \text{ km.h}^{-1}$, e se correlacionou ($r=0,60$; $p<0,001$) com o distância percorrida em metros no FIET.

Baroni et al., (2011) ao compilar 164 avaliações de brasileiros, profissionais de futsal, excetuando goleiros, publicou os seguintes valores de referência em esteira rolante, com incrementos de $1,0 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 1 minuto: LV_2 ($52,01 \pm 0,93 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$); $v\text{LV}_2$ ($14,60 \pm 0,88 \text{ km.h}^{-1}$) e LV_2 (% VO_2max) ($88,29 \pm 5,76$).

Em uma pesquisa recente Pedro et al., (2012), com 20 atletas de futsal, destes 11 amadores ($17,2 \pm 0,8$ anos, $70,4 \pm 6,5$ kg, $175,0 \pm 4,0$ cm) e 9 profissionais ($22,65 \pm 4,2$ anos, $70,6 \pm 6,4$ kg, $174,3 \pm 6,0$ cm). O principal objetivo do estudo foi comparar o limiar ventilatório e o

VO₂max com suas respectivas velocidades. Os resultados encontrados confirmaram a hipótese de que vLV e vVO₂max foram superiores em profissionais ($11,2 \pm 1,0$ e $17,5 \pm 0,9$ km.h⁻¹) quando comparados com amadores ($10,0 \pm 1,2$ e $15,2 \pm 1,0$ km.h⁻¹).

Ainda no mesmo estudo, não foi encontrada diferença no VO₂ relativo ao LV (vLV), e nem percentual do VO₂ no LV (LV%VO₂max) em ambos os grupos, que apresentaram os valores de $43,0 \pm 4,1$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($67,5 \pm 3,9$ %VO₂max) para treinados e $44,0 \pm 3,8$ ml.kg⁻¹.min⁻¹ ($71,5 \pm 5,4$ %VO₂max) para os amadores. Dessa forma, concluiu-se que as variáveis vLV e vVO₂max discriminam melhor o nível competitivo de atletas de futsal do que outras variáveis cardiorrespiratórias, como o VO₂max, por exemplo.

Hartmann Nunes (2011) desenvolveu um estudo, que correlacionou os indicadores fisiológicos com os aspectos técnicos e o tempo de jogo em atletas de elite de futsal. Para tal, submeteu 11 atletas de futsal profissionais brasileiros, dentre outros testes, a um protocolo incremental de esteira e a observação de 10 jogos oficiais da liga futsal adulta na qual foram realizados *scouts* de indicadores técnicos (média de tempo em jogo, desarme, passe errado, assistência, finalização certa, finalização errada, gols e percentual de acerto). Os parâmetros ventilatório VO₂ referente ao LV ($58,7 \pm 5,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) como o LV relativo ao VO₂max ($93,9 \pm 4,4$ %VO₂max) não foram correlacionados com nenhum indicador técnico do jogo, demonstrando dessa forma que esta variável fisiológica, apesar de discriminar níveis competitivos, não é determinante do desempenho técnico durante as partidas.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1 Modelo de estudo

A presente pesquisa pode ser classificada quanto a sua natureza como aplicada, na qual de acordo com Thomas e Nelson (2002), tende a oferecer, resultados de valor imediato, utilizando os chamados ambientes do mundo real, ou seja, utilizando os sujeitos e tendo controle limitado sobre o ambiente da intervenção. Em relação à abordagem do problema o estudo caracteriza-se como quantitativa. Conforme Serapioni (2000) a abordagem quantitativa tem como objetivo trazer, indicadores e tendências observáveis. Quanto aos objetivos propostos, caracteriza-se como sendo descritiva, tendo um *design* correlacional.

3.2 Sujeitos do estudo

A seleção da presente amostra foi do tipo intencional não probabilística, tendo como critério para inclusão os atletas, que tinham contrato profissional com o clube, no período das avaliações. A amostra foi composta por 10 atletas masculinos de futsal profissional, de nível competitivo nacional, pertencentes a uma equipe de Florianópolis, Santa Catarina. As características antropométricas dos sujeitos estão descritas na tabela 1. No período deste estudo as rotinas de treinamento que variavam de 6 a 9 sessões semanais, com duração aproximada de 60 minutos. As avaliações ocorreram durante o período de pré-temporada (2 meses anteriores ao início da principal competição nacional).

3.3 Procedimentos para coleta de dados

Este estudo foi submetido e aprovado pelo comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob o número 798/10.

Todas as avaliações foram previamente agendadas e realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), do Centro de Desportos da UFSC e no ginásio poliesportivo SEST/SENAT (Florianópolis) no mês de janeiro de 2012. Antes de iniciarem os procedimentos para coleta de dados, os atletas foram informados sobre os objetivos e métodos da pesquisa e em seguida assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

No primeiro dia os atletas realizaram avaliações antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas) e um teste incremental máximo de campo (T-CAR). No segundo realizaram um teste de laboratório em esteira rolante, para determinação do $VO_2\max$, MVA, LV e lactato pico. No terceiro dia, executaram um teste para determinação do tempo limite (Tlim) a 100% do PV, alcançado previamente no T-CAR.

Todas as avaliações foram realizadas no mesmo horário do dia, respeitando intervalo mínimo de 24 horas.

3.3.1 Protocolos de campo

3.3.1.1 Protocolo do teste incremental intermitente de campo (T-CAR)

O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi estágios de 90 segundos de duração, em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida,

intercaladas por 6 segundos de caminhada (± 5 metros). O ritmo é controlado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15m) com incrementos de $0,6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1m a partir da distância inicial, conforme esquema ilustrativo apresentado na figura 2 (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004).

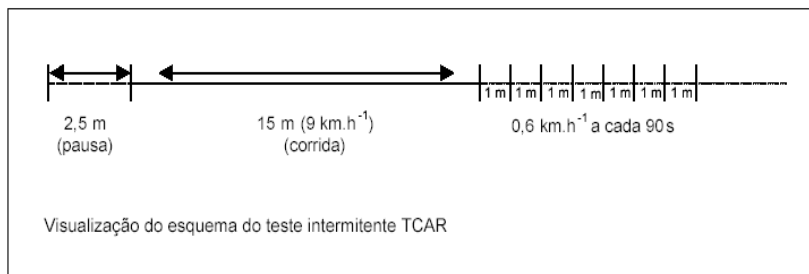


Figura 2. Teste incremental intermitente de campo (T-CAR)

Para realizar o T-CAR, além de fichas para controle, foi utilizado um aparelho de som (PANASONIC®), uma caixa de som amplificada capaz de gerar o áudio do T-CAR (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004), fita métrica de 50 metros, seis cones médios e duas cordas brancas com 10 metros de comprimento (demarcar linhas de referência das distâncias de cada estágio).

3.3.1.2 Protocolo para determinação do Tlim (100% PV)

Para determinação do Tlim, foi utilizado um teste de cargas intermitentes, baseado na dinâmica do T-CAR.

Antes do aquecimento, foi coletada uma amostra de $25 \mu\text{L}$ de sangue do lóbulo da orelha, assim como a aferição da FC, que serviram como parâmetros fisiológicos de repouso.

O aquecimento foi padronizado da seguinte forma: cinco minutos de exercícios livres de alongamento geral, seguidos de cinco minutos de corridas intermitentes, com intensidade relativa a 70% do PV (distância em metros de cada sujeito). Após o aquecimento, os sujeitos realizaram uma recuperação passiva de três minutos em pé, que foi utilizada para, além da recuperação do atleta, também o ajuste do aparelho portátil de consumo de oxigênio (COSMED, modelo K4 b2) ao

seu corpo. Neste mesmo intervalo foi coletado uma amostra de 25 μL de sangue do lóbulo da orelha e mensuração da FC, que foi utilizado como parâmetros fisiológicos pré-teste.

Para a determinação do Tlim, a intensidade (distância em metros) foi ajusta até 100% do PV, alcançada previamente no T-CAR (com a possibilidade de discriminação de $0,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Os atletas foram estimulados verbalmente a manterem o esforço até exaustão voluntária. O Tlim foi considerado como o tempo total, entre o primeiro sinal sonoro e a desistência voluntária de cada atleta.

Durante toda a execução do teste o consumo de oxigênio (VO_2) foi mensurado respiração a respiração a partir do gás expirado por meio do analisador de gases portátil (COSMED, modelo K4 b₂). Os dados foram reduzidos posteriormente as médias de 15 segundos e o VO_2max foi considerado como sendo o maior valor nestes intervalos de tempo.

Para obtenção do Tlim no T-CAR (Tlim_{T-CAR}), foi utilizado um cronometro (CASIO HS-30W) que registrou o tempo total em que o sujeito realizou a atividade.

Após a finalização do teste foram coletados 25 μL de sangue do lóbulo da orelha e mensurada FC nos minutos 1^o, 3^o e 5^o, para serem utilizados como parâmetros pós-teste.

3.3.2 Protocolos de laboratório

3.3.2.1 Avaliação antropométrica

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos por Alvarez e Pavan (2003) e Benedetti, Pinho e Ramos (2003). A massa corporal (MC) foi obtida utilizando-se uma balança com precisão 0,1kg (TOLEDO®). Para determinação da estatura utilizou-se um estadiometro com precisão de 1mm (SANNY®). Para determinação da composição corporal foram aferidas 4 dobras cutâneas (tricipital, subescapular, supra-ílica e abdominal) , com o adipômetro científico com precisão de 1mm (CESCORF®). O percentual de gordura foi estimado pela equação de Faulkner (1968), a partir da seguinte equação:

$$\text{TR} + \text{SE} + \text{SI} + \text{ABD}) \times 0,153 + 5,783$$

TR = Tricipital; *SE* = subescapular; *SI* = supra-ílica; *ABD* = abdominal

3.3.2.2 Protocolo para determinação do $VO_2\text{max}$, MVA, LV e lactato pico.

Para determinação do consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) foi utilizado um protocolo de cargas progressivas em esteira rolante (IMBRAMED, modelo 10.200). A velocidade inicial foi de $9,0 \text{ km.h}^{-1}$ com inclinação fixa de 1%, e incrementos de $0,6 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 1 minuto até a exaustão voluntária.

O $VO_2\text{max}$ foi mensurado respiração a respiração durante todo o procedimento a partir do gás expirado por meio do analisador de gases portátil (COSMED, modelo K4 b2). O $VO_2\text{max}$ foi adotado como o maior valor, no intervalo de 15 segundos, obtido durante o teste. O VO_2 foi considerado como máximo, quando pelo dois dos seguintes critérios foram atingidos: a) Razão de trocas respiratórias (R_{max}), superior ou equivalente ao valor de 1,15 (BASSET; HOWLEY, 2000); FC ao final do teste, superiores ou iguais a 90% da FC_{max} predita pela equação de Karvonen et al. (1957) ($FC_{\text{max}} = 220 - \text{idade}$) e respostas de lactato sanguíneo superiores a 8 mmol.L^{-1} ao final do teste (BASSET; HOWLEY, 2000).

O LV foi determinado pelo método v-Slope, no qual os valores de VCO_2 (l.min^{-1}) e VO_2 (l.min^{-1}) foram plotados e divididos em duas retas obtidas por regressão linear. A intersecção dessas duas retas é denominada v-Slope, ou seja, é o ponto em que os valores de CO_2 e VO_2 perdem a linearidade.

Por ser um método visual, e apresentar dualidades com relação a sua interpretação, no presente estudo dois pesquisadores experientes foram consultados para interpretação dos valores, não havendo discordância, esses forma tratados como LV.

3.4 Calibração

A calibração do analisador de gases portátil (COSMED, modelo K4b₂) foi realizada antes de cada teste de acordo com as recomendações do fabricante, como descrito na sequência:

- 1) Calibração do ar ambiente: consiste em utilizar uma amostra do ar ambiente para comparação dos valores de VO_2 (20,93 %) e CO_2 (0,03 %) atmosféricos.
- 2) Calibração do gás: consiste em enviar para o analisador de gases uma amostra padrão de gás do cilindro ($VO_2 = 16 \%$; $CO_2 = 5 \%$)
- 3) Calibração da turbina: consiste em mensurar o volume de uma seringa de 3 litros para calibração do fluxo da turbina.

4) Calibração *delay*: consiste em mensurar o tempo necessário para a amostra de gás passar através da linha de ar antes de ser analisada.

A calibração do analisador bioquímico (YSI 2700, modelo Stat Select) foi realizada antes da leitura da amostra de sangue através do uso de uma solução de concentração conhecida (0,50 g.L⁻¹), de acordo com as recomendações do fabricante.

3.5 Determinação do lactato sanguíneo

Para determinação da concentração de lactato sanguíneo foram coletados 25µl de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado, o qual foi imediatamente transferido para microtubulos de polietileno – tipo Eppendorf – de 1,5mL, contendo 50 µl de solução de NaF 1% e armazenado em gelo. A análise do lactato foi realizada por intermédio de um analisador bioquímico (YSI 2700, modelo Stat Select) que possui precisão de 2 %.

3.6 Determinação da frequência cardíaca

Nas avaliações de campo e laboratório a frequência cardíaca foi registrada com o uso do frequencímetro (Polar®), modelo S610i, que permitiu o monitoramento dos valores da FC a cada 5 segundos ao longo dos testes.

3.7 Tratamento estatístico

Foi utilizada a estatística descritiva, na forma de média, desvio padrão (DP), coeficiente de variação (CV), coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e intervalo de confiança, referente a 95% (95%IC). Foram adotados os critérios estabelecidos por Pimentel Gomes (2000), para precisão dos CV. Utilizou-se um método gráfico proposto por Bland e Altman (1986) para avaliar o grau de concordância entre duas medidas.

O teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$) verificou que todos os dados apresentavam distribuição normal, dessa forma utilizou-se a estatística paramétrica. Para verificação das diferenças entre as variáveis obtidas em campo e laboratório foi aplicado o teste t-*Student* para amostras pareadas. A relação entre as diferentes variáveis obtidas em campo e laboratório foi analisada pela correlação linear de *Pearson*.

Todas as análises foram realizadas no *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS), versão 15.0 para *Windows*, e *Graphpad Prism*. Foi adotado o valor de $p \leq 0,05$ para significância.

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os dados descritivos dos atletas de futsal que participaram do presente estudo.

Tabela 1. Valores descritivos das características antropométricas e de composição corporal dos atletas

	Média ± DP	CV	IC (95%)	
			Inferior	Superior
Idade (anos)	27,4 ± 5,8	21,3	23,8	31
Massa Corporal (kg)	78,8 ± 8,5	10,8	73,5	84,1
Estatura (cm)	175,8 ± 6,8	3,9	171,6	180
Gordura (%)	14,1 ± 2,6	18,7	12,5	15,8

A tabela 2 apresenta as variáveis de desempenho (tempo total do teste incremental), fisiológicas máximas (PV, VO₂max, absoluto e relativo, vVO₂max, VE_{max}, [la]pico, R_{max} e FC_{max}) e submáximas (VO₂-LV, vLV, LV(%VO₂max) e vLV(%PV)) obtidas no laboratório, em protocolo de esteira rolante.

Tabela 2. Valores descritivos das variáveis fisiológicas, obtidas em laboratório.

	Média ± DP	CV	IC (95%)	
			Inferior	Superior
Máximo				
Tempo total (min)	13,7±1,9	14,1	12,5	14,8
PV (km.h ⁻¹)	16,4 ± 1,4	8,8	15,5	17,2
VO ₂ max (l.min ⁻¹)	3,9 ± 0,5	12,8	3,6	4,2
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	49,6 ± 4,7	9,4	46,7	52,5
MVA (km.h ⁻¹)	16,0 ± 1,4	8,7	15,1	16,9
VEmax (l.min ⁻¹)	143,1 ± 17,7	12,3	132,2	154,1
[la]pico (mmol.L ⁻¹)	8,5 ± 2,1	25,1	7,2	9,9
Rmax	1,19 ± 0,18	15,2	1,08	1,3
FCmax(bpm)	185 ± 11	6	179	192
Sub-máximo				
VO ₂ -LV (l.min ⁻¹)	2,7 ± 0,4	15,1	2,5	3,0
VO ₂ -LV (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	34,3 ± 3,2	9,4	32,3	36,3
vLV (km.h ⁻¹)	10,4 ± 0,8	8	9,9	10,9
LV (%VO ₂ max)	65,2 ± 3,5	5,3	63,1	67,4
LV (%PV)	63,9 ± 3,7	5,8	61,6	66,2

PV = última velocidade, corrigida, alcançada no teste de esteira. VO₂max = Consumo máximo de oxigênio. vVO₂max = velocidade correspondente ao VO₂max. VEmax = Ventilação respiratória máxima. Rmax = quociente respiratório máximo. FCmax = frequência cardíaca máxima. LV = limiar ventilatório.

O tempo alcançado no teste de laboratório (13,7±1,9 minutos) encontrou-se dentro da faixa de tempo apresentado pela literatura (MIDGLEY et al., 2008) para a determinação do VO₂max. Além disso, os critérios previamente estabelecidos pela literatura para determinação do VO₂ como máximo, também foram atingidos em pelo menos dois dos seguintes: Rmax superior a 1,15 (BASSET; HOWLEY, 2000), FCmax superior a 90% da FCmax predita pela equação de Karvonen et al. (1957) além de respostas de lactato sanguíneo superior a 8 mmol.L⁻¹ ao final do teste (BASSET; HOWLEY, 2000).

Os valores de PV, VO₂max (relativo), FCmax, VO₂-LV (relativo), vLV e LV (%VO₂max) apresentaram distribuição homogênea, haja vista os valores inferiores a 10% no CV. Tanto o consumo de oxigênio, relacionado à potência (VO₂max) quanto a

capacidade aeróbia (VO_2 -LV) relativos a massa corporal dos atletas apresentaram-se mais homogêneos do que quando foram expressos em valores absolutos ($l \cdot \text{min}^{-1}$).

Na tabela 3 são apresentados os valores obtidos na execução do protocolo intermitente de campo (T-CAR).

Tabela 3. Valores descritivos do teste intermitente de campo (T-CAR).

	Média \pm DP	CV	IC (95%)	
			Inferior	Superior
PV ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)	15,8 \pm 1,0	6,2	15,1	16,5
LTF (80,4%PV)	12,7 \pm 0,8	6,2	12,1	13,3
FCmax (bpm)	189 \pm 9	4,7	182	195

PV = velocidade final alcançada no T-CAR. LTF (80,4%PV) = velocidade correspondente a 80,4% da velocidade final alcançada no T-CAR (PV). FCmax = frequência cardíaca máxima.

Na tabela 4 são apresentados além dos valores de desempenho (tempo limite e distancia total percorrida) também os índices fisiológicos ($VO_{2\text{max}}$, relativo e absoluto, VE_{max} , $[la]_{\text{pico}}$, $[la]_{\text{pico}}$ pós-aquecimento R_{max} e FC_{max}) do exercício de carga constante a 100% do PV, alcançado no T-CAR.

Tabela 4. Valores descritivos de desempenho e variáveis fisiológicas obtidas no tempo limite (100%PV_{T-CAR})

	Média ± DP	CV	IC (95%)	
			Inferior	Superior
Tempo limite (min)	5,25 ± 0,84	16,0	4,64	5,85
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	51,1 ± 4,7	9,1	48,2	54,0
VO ₂ max (l.min ⁻¹)	4,0 ± 0,4	11,0	3,7	4,3
VEmax (l.min ⁻¹)	145,6 ± 13,2	9,0	137,4	153,8
[la]pico (mmol.L ⁻¹)	13,6 ± 2,4	17,4	11,9	15,2
[la] pós aquec. (mmol.L ⁻¹)	2,14 ± 0,44	20,4	1,48	2,80
Rmax	1,30 ± 0,14	11,0	1,21	1,39
FCmax(bpm)	188 ± 10	5	182	194

Tempo limite = tempo que o atleta sustentou o exercício a 100%PV_{T-CAR}. Dlim = distancia total percorrida durante o Tlim . VO₂max = Consumo máximo de oxigênio. vVO₂max = velocidade correspondente ao VO₂max. VEmax = Ventilação máxima. [la]pico = concentração pico de lactato. Rmax = quociente respiratório máximo. FCmax = frequência cardíaca máxima.

Os valores de lactato pico (13,6 ± 2,4 mmol.L⁻¹), Rmax (1,3 ± 0,14) assim como da FCmax (188 ± 10 bpm) demonstraram que durante a execução de um exercício intermitente com intensidade de 100%PV_{T-CAR}, são alcançadas respostas fisiológicas máximas.

Na tabela 5 são apresentados os índices obtidos em protocolo de carga constante (tempo limite) e laboratório realizado em esteira rolante.

Tabela 5. Comparação entre os índices obtidos no tempo limite e laboratório.

Variáveis	Tempo limite	Laboratório	Sig.
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	51,1 ± 4,7	49,6 ± 4,7	p = 0,100
VO ₂ max (l.min ⁻¹)	4,00 ± 0,4	3,9 ± 0,5	p = 0,107
VEmax (l.min ⁻¹)	145,6 ± 13,2	143,1 ± 17,7	p = 0,373
Rmax	1,30 ± 0,14	1,19 ± 0,18*	p = 0,005
[la]pico (mmol.L ⁻¹)	13,6 ± 2,4	8,5 ± 2,1*	p = 0,000
FCmax (bpm)	188 ± 10	185 ± 11	p = 0,095

VO₂max = consumo máximo de oxigênio; VEmax = ventilação respiratória máxima; Rmax = razão de troca respiratória máxima; [la]pico = concentração de lactato sanguíneo pico; FCmax = frequência cardíaca máxima.

* significativamente diferente do Tlim (p<0,05)

Ao comparar os valores obtidos em laboratório e durante a execução do tempo limite em ambiente de campo, não foram encontradas diferenças significativas nos valores de VO₂max (absoluto e relativo), ventilação respiratória máxima e frequência cardíaca máxima. Por outro lado, Rmax e a concentração pico de lactato sanguíneo foram superiores estatisticamente, quando os atletas desempenharam o Tlim.

Na tabela 6 são apresentados os índices obtidos no T-CAR (PV, FCmax) e laboratório (PV e FCmax).

Tabela 6. Comparação entre variáveis obtidas no T-CAR e laboratório.

Variáveis	T-CAR	Laboratório	Significância
PV (km.h^{-1}) / MVA (km.h^{-1})	$15,8 \pm 1,0$	$16,0 \pm 1,4$	$p = 0,213$
FCmax (bpm)	$189 \pm 9^*$	185 ± 11	$p = 0,036$

PV = pico de velocidade; FCmax = frequência cardíaca máxima.

* significativamente diferente de laboratório ($p < 0,05$)

Não foram encontradas diferenças entre o PV, alcançado no T-CAR e a MVA, obtida no protocolo de esteira rolante em laboratório. Por outro lado, a FCmax foi diferente quando avaliado em campo.

Na figura 3 estão apresentados dois gráficos de estatística Bland-Altman do VO_2max , em valores relativos (A) e absolutos (B), alcançados na execução do Tlim e em laboratório.

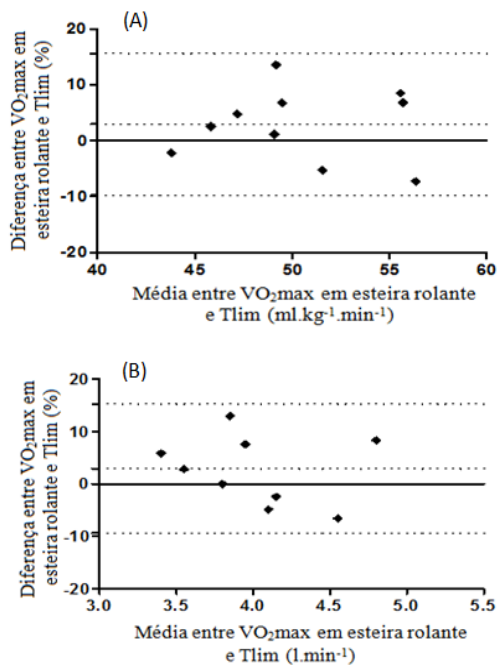


Figura 3. (A) Análise de Bland-Altman para o VO_2max relativo alcançado no Tlim e laboratório. Linha sólida fina = bias (1,126); linha tracejada = 95% limite de concordância (-3,361 a 5,613). CCI = 0,74, 95%IC = 0,25 – 0,93, $p=0,005$. (B) Análise de Bland-Altman para o VO_2max absoluto alcançado no Tlim e laboratório. Linha sólida fina = bias (0,0857); linha tracejada = 95% limite de concordância (-0,267 a 0,439). CCI = 0,85, 95%IC = 0,52 – 0,96, $p=0,005$.

Os valores de bias (1,126 e 0,0857 respectivamente para VO_2 relativo e absoluto) mostraram boa concordância em ambos gráficos com os resultados alcançados no tempo limite e esteira rolante. Isto se confirma pela observação que grande parte dos pontos (média x diferença percentual) está situada dentro do limite esperado de concordância ($\pm 1,96$) nos gráficos.

Na figura 4 é apresentado um gráfico em Bland-Altman do PV, obtido no T-CAR e a MVA, alcançada em esteira rolante.

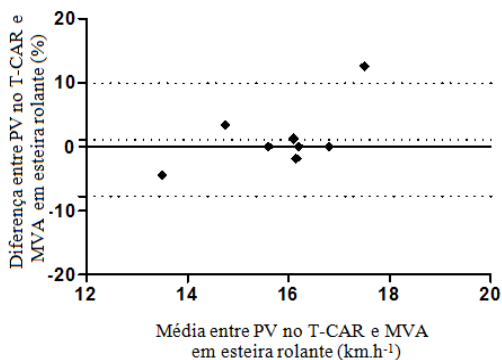


Figura 4. Análise de Bland-Altman para o PV (T-CAR) e MVA (esteira). Linha sólida fina = bias (1,09); linha tracejada = 95% limite de concordância (-7,73 a 9,91). CCI= 0,80, 95%IC = 0,38 – 0,95, $p<0,05$.

Esse gráfico aponta que houve concordância nos resultados entre o PV, alcançado no T-CAR, e a MVA, obtido em laboratório. Isso demonstra que o PV do T-CAR, é um índice válido como indicador de potência aeróbia máxima.

A correlação entre o PV, obtido no T-CAR, e a MVA, derivada do protocolo de laboratório, em esteira rolante está apresentado na figura 5.

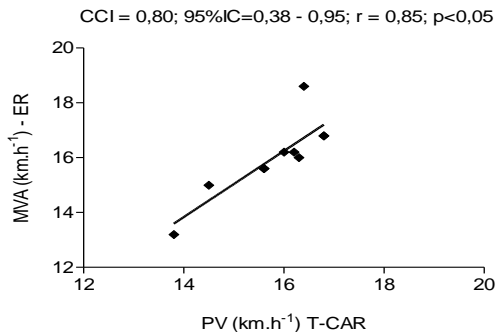
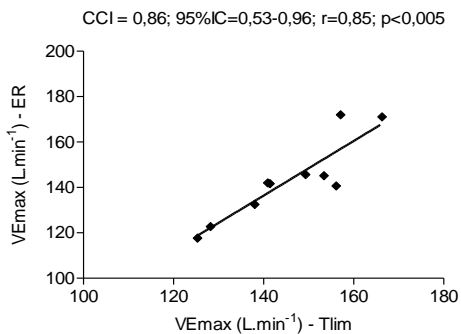


Figura 5. Relação entre o PV (km.h-1), do T-CAR e a MVA alcançada em ER.

O gráfico demonstrou que além de uma forte correlação ($r=0,85$; $p<0,05$), os dados referentes a potencia aeróbia máxima, obtidos em campo (T-CAR) e laboratório apresentaram baixa variabilidade (ICC=0,80; $p<0,05$).

Os valores de correlação entre VEmax, Rmax e concentração pico de lactato sanguíneo, obtidos em laboratório e no Tlim estão apresentados na figura 6.



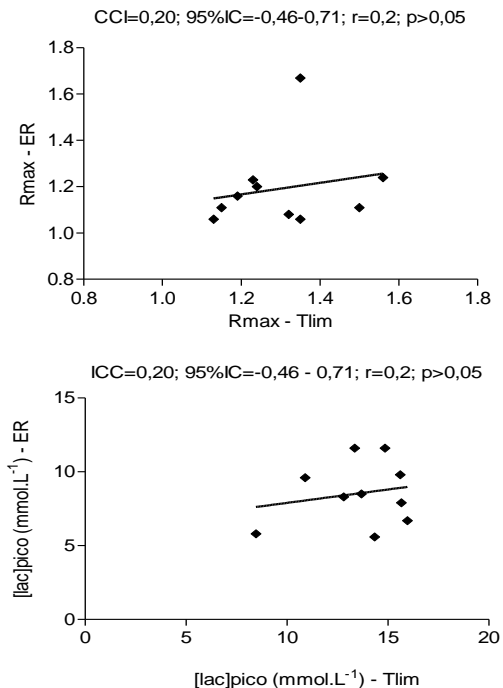


Figura 6. Correlação da VEmax, Rmax e concentração pico de lactato sanguíneo em protocolo de laboratório e tempo limite.

VEmax = ventilação respiratória máxima. Rmax = quociente respiratório máximo. [la]pico = concentração pico de lactato sanguíneo.

Foi encontrada forte correlação ($r=0,90$; $p<0,05$) somente na VEmax. A concentração de lacto pico ($r=0,20$; $p>0,05$) assim como Rmax ($r=0,15$; $p>0,05$), não apresentaram valores representativos de associação.

A frequência cardíaca máxima foi à única variável fisiológica avaliada nos três protocolos, e os valores de correlação estão apresentados na figura 7.

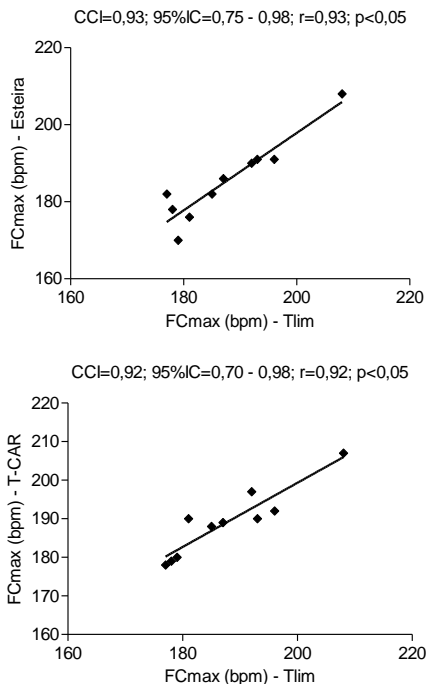


Figura 7. Correlação da frequência cardíaca máxima obtida nos protocolos de laboratório, tempo limite e T-CAR. FCmax = frequência cardíaca máxima.

A FCmax, mostrou-se fortemente ($p<0,05$) correlacionada. Esses dados apontaram que nos protocolos de campo (T-CAR e Tlim) os valores máximos de FC, podem ser utilizados de maneira intercambiáveis aos alcançados em laboratório a partir de situações mais controladas.

5. DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que o PV, alcançado em um teste intermitente de campo (T-CAR), pode ser considerado um indicador de potência aeróbia máxima em atletas profissionais de futsal. A similaridade nos valores encontrados em ambiente de campo e laboratório ($p>0,05$) assim como o grau de concordância entre o VO_2 max em ambos os protocolos (figura 3 A e B), confirmaram a primeira hipótese dessa pesquisa.

Estudos prévios (FERNANDES DA SILVA et al., 2011; DITTRICH et al., 2011, BRUN, 2009) já haviam apontado que o PV, no T-CAR, apresenta uma forte correlação com a MVA obtida em laboratório. Apesar destas constatações nenhum trabalho até o presente momento havia verificado de forma direta se atletas de futsal, ao serem submetidos a um exercício de carga constante, com intensidade referente ao PV do T-CAR, alcançariam o $VO_2\text{max}$ antes da exaustão voluntária.

Além dos testes incrementais, exercícios executados em cargas constantes (85 a 100% da MVA) já haviam sido apontados como eficientes na obtenção do $VO_2\text{max}$, desde que desempenhados por um tempo suficiente (2 a 15 minutos dependendo da intensidade) (MIDGLEY et al., 2006, HILL et al., 2002, BILLAT et al., 1999). Os resultados apresentados (tabela 5 e figura 2) corroboram com esta informação, confirmando dessa forma que durante a execução de um exercício em carga constante na intensidade relativa ao PV do T-CAR são alcançados os valores máximos cardiorrespiratórios.

Brun (2009), a partir de equações lineares, apontou em jogadores de futebol e futsal que o PV no T-CAR é equivalente a 103% do $VO_2\text{max}$. Conforme citado por Hill et al (2002) exercícios realizados entre 5 e 10% acima da potência crítica (domínio severo), são suficientes para não mais gerar instabilidades nas trocas gasosas e metabolismo, gerando por consequência, o alcance do consumo máximo de oxigênio antes do aparecimento da fadiga. Isso justifica o porquê do valor de $VO_2\text{max}$ obtido em exercício de carga retangular, na presente pesquisa, ter sido alcançado antes do final do teste, além de não apresentar diferença estatística do observado em laboratório (tabela 5). Dessa forma, confirmou-se a que a terceira hipótese desse trabalho é verdadeira.

Segundo Hugson et al., (2000) a elevação da temperatura corporal, aumento das catecolaminas circulantes e metabolização de lactato são os fatores determinantes que justificam o aumento constante do consumo de oxigênio ao longo de uma atividade executado em protocolo de cargas constantes, em intensidade próximas ao $VO_2\text{max}$. Estudos clássicos (BARSTOW, 1994, BARSTOW et al., 1996, KUSHMERICK et al., 1992, WHIPP, 1994) apontavam que o maior recrutamento de fibras rápidas, durante uma atividade de alta intensidade, aumenta o custo energético devido a maior necessidade de oxigênio para a estimulação elétrica dessas células.

O exercício de carga constante do presente estudo seguiu a mesma dinâmica do teste original (T-CAR), o qual é do tipo

intermitente e apresenta relação esforço-pausa de 2:1, ou seja, 12 segundos de corrida intercalados por 6 segundos de recuperação. Segundo Caputo; Denadai (2004) pausas ativas durante as atividades, além de acelerar a resposta, mantém o VO_2 elevado durante uma sessão de treinamento. Dessa forma poderia se constatar que as pausas, inerentes do T-CAR, por sua curta duração (6 segundos), não são suficientes para alterar os valores finais de VO_{2max} .

Com relação a caracterização da amostra foram encontrados resultados tanto coincidentes quanto discrepantes em outras amostras. A média de idade foi superior tanto de atletas profissionais de futsal brasileiros (PEDRO et al, 2012; NUNES et al., 2012; DITTRICH et al., 2011) quanto estrangeiros (CASTAGNA et al., 2010; ALVES DIAS, 2011; BARBERO-ALVAREZ et al., 2003).

Referente à massa corporal e estatura os resultados foram inferiores aos publicados por Baroni et al., (2011) e Carminatti (2006), porém superiores a atletas portugueses (ALVES DIAS, 2011) e espanhóis (CASTAGNA et al., 2010).

O percentual de gordura apresentou-se acima da faixa recomendável (8 a 12%) para atletas profissionais de modalidades coletivas (KIRKENDALL, 2003), assim como de outras pesquisas com atletas profissionais de futsal (NUNES, 2011; BRUN, 2009 e ARINS; SILVA, 2007). O valor elevado ($14,1 \pm 2,6$ %G) pode ser explicado pelo período em que as avaliações foram realizadas (primeira semana de pré-temporada). Essa diferença pode estar relacionada ao método utilizado, treinamento dos pesquisadores (BARILLO et al., 2002), erro na estimativa da densidade corporal (BRODIE, MOSCRIP e HUTCHEON, 1998), escolha da equação (QUEIROGA, 2005) assim como a utilização de diferentes compassos na aferição das dobras cutâneas (CYRINO et al., 2003).

Com relação às variáveis fisiológicas, o VO_{2max} , apesar de não ser um índice determinante do desempenho, pode discriminar jogadores de diferentes níveis competitivos do futsal (BARBERO-ALVAREZ et al., 2004). A alta solicitação física imposta pelas partidas (ARAÚJO et al., 1996; MORENO, 2001; BARBERO-ALVAREZ et al 2004) podem resultar em valores de até $62,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (BARBERO-ALVAREZ et al., 2009).

Os resultados de VO_{2max} apresentados neste estudo estão próximos do mínimo recomendado (50 a $55 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), (CASTAGNA et al., 2009) para atletas de futsal que atuam em alto nível competitivo. Apesar disto, foram consideravelmente inferiores a outros jogadores profissionais de futsal (PEDRO et al., 2012, ALVES DIAS,

2011; NUNES, 2011, MATOS RODRIGUES, 2008). Mesmo utilizando intervenções com duração dos estágios (1 minuto) e incrementos de cargas (1 km.h^{-1}) semelhantes a este trabalho, Castagna et al (2009) e Castagna et al (2010) encontraram em profissionais estrangeiros de futsal VO_2max ($64,8 \pm 7,13$ e $65,1 \pm 6,2$ respectivamente) maiores do que nos brasileiros componentes desta amostra ($49,6 \pm 4,7$).

Considerando a especificidade dos testes de campo (FERNANDES DA SILVA et al., 2009), assim com a importância do condicionamento aeróbio para a prática de modalidades intermitentes (MATT GREEN, et al., 2003), como o futsal (BARBERO-ÁLVAREZ et al., 2005) outros autores também investigaram o consumo máximo de oxigênio de forma direta em protocolos intermitentes de campo. Os resultados apresentados (tabela 4) foram inferiores ao FIET (CASTAGNA et al., 2010) e semelhantes ao 30-15_{IFT} (BORTOLOTTI et al., 2010). Barbero-Alvarez et al., (2003) utilizando o SHRT20m também publicaram resultados próximos ($51,35 \pm 4,07 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) aos alcançados no Tlim, porém obtidos a partir de uma estimativa indireta de consumo de oxigênio.

Em outro procedimento Castagna et al., (2010) verificaram que apesar de o FIET apresentar alta solicitação tanto do metabolismo aeróbio, quanto anaeróbio, não deveria ser utilizado para avaliar a potência aeróbia máxima de profissionais do futsal. Isso se justifica pelo fato de que o VO_2max , alcançados durante a execução do teste de campo representou 94,6% do consumo máximo obtido em esteira rolante. Da mesma forma, Castagna et al., (2006) apontaram que a obtenção do VO_2max , a partir de nomogramas de estimativas, não é confiável para avaliação da potência aeróbia máxima de futebolistas amadores, haja vista que a variação individual alcançou valores de até 12%, quando comparados com protocolo de esteira rolante em laboratório.

Diferentemente do que ocorreu com os atletas desta amostra, na qual houve concordância entre os valores de VO_2max , alcançado em laboratório e Tlim (figura 4), a estatística Bland-Altman não apresentou concordância (bias = 3,65) entre os resultados obtidos em ambos os protocolos nos estudos de Castagna et al., (2010).

No futebol mais pesquisas, envolvendo a medida direta do VO_2 , em ambiente de campo foram realizadas com atletas profissionais. Metaxas et al., (2005) apontou médias para YYIE1 bastante superiores ($63,0 \pm 3,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) aos apresentados (tabela 4), assim como Aziz et al., (2005) que investigou YYIE2 e SHT20m. Por outro lado Castagna et al., (2006) postulou em futebolistas (sub20) valor médio de $50,2 \pm 6,1$

ml.kg⁻¹.min⁻¹, resultados estes que baseado na variabilidade normal (<5% ou 2 ml.kg⁻¹.min⁻¹) (SKINNER et al., 1999) foram considerado semelhante ao do presente grupo de jogadores de futsal.

No estudo de Castagna et al (2006), foi investigado a validade de um teste intermitente de campo (*yo yo intermittent endurance test*) como indicador de potencia aeróbia máxima em futebolistas. Embora não tenha sido apontado diferença significativa entre o VO₂max obtido em campo e laboratório, os resultados apresentaram baixa concordância (bias=-2,67) entre eles. Dentre as justificativas para os resultados, os autores citaram a diferença nas metodologias como o fator determinante para a discrepância no consumo máximo de oxigênio. Além disso, o desempenho em campo foi influenciado pela capacidade de aceleração, desaceleração e mudança de sentido na execução do teste.

Os diferentes resultados podem ser explicados em função das metodologias utilizadas (incremental x tempo limite, ambos com consumo de oxigênio portátil), assim como a população avaliada (futebolistas amadores x jogadores de futsal profissionais), características das modalidades (futebol de campo x futsal) e o nível de condicionamento aeróbio no período das avaliações.

A intensidade de exercício associada ao VO₂max (MVA) tem sido exaustivamente explorada na ciência do esporte, haja vista que treinamentos baseados neste índice mostraram respostas positivas no desenvolvimento do VO₂max (BILLAT et al., 2001; BILLAT et al., 2000). Recentemente Dogramaci et al., (2011), sugeriram que existe uma tendência maior dos atletas profissionais de futsal sustentarem uma maior intensidade durante as partidas se forem submetidos a cargas de trabalho próximas ao VO₂max.

Castagna et al., (2009) utilizando protocolo de esteira semelhante ao presente (1 km.h⁻¹ a cada 1 minuto), encontrou MVA superiores em atletas de futsal. Fernandes da Silva et al (2011), Dittrich et al., (2011), Brun (2009) e Dupont et al., (2010) também apontaram superioridade na MVA, porém em futebolistas profissionais. Em um teste de campo (UMTT), com consumo de oxigênio aferido diretamente, Dupont et al., (2010) publicou resultados superiores, a esta amostra, para MVA. Por outro lado, ao comparar com estudo de Pedro et al., (2012), encontrou-se valor médio superior aos atletas amadores, porém inferior aos profissionais.

A preparação física direcionada ao esporte de alto rendimento baseia-se essencialmente na identificação de índices fisiológicos, por meio de teste específicos, e a transferência dessas informações para a prescrição de cargas e controle de treinamentos. Dessa forma

considerando a importância da MVA para a otimização da potência aeróbia máxima (WIDGLEY et al., 2006), e a facilidade de obtenção do PV em testes de campo (BANGSBO, 1996; BARBERO-ALVAREZ et al., 2005, CARMINATTI, 2006) outros estudos, assim como o presente, também analisaram a associação entre estes índices.

Nesta pesquisa o PV do T-CAR e a MVA, alcançada em laboratório, não foi diferente estatisticamente (tabela 6), assim como apresentaram concordância nos valores (figura 5). Ao contrário, Dupont et al., (2010) utilizando um teste de campo intermitente (YYIR) não encontraram concordância entre os resultados de PV e MVA em protocolo de esteira rolante.

Tanto na prescrição quanto na verificação de efeitos de treinamento em modalidades intermitentes, como o futsal, mais importante que analisar somente o $VO_2\max$, e a MVA, é averiguar o desempenho nos testes de campo (BANGSBO et al., 2008). Estudos tem demonstrado que o desempenho em um teste intermitente de campo é mais sensível aos efeitos de um período de treinamento que o $VO_2\max$ (FERRARI BRAVO, 2006, MOHR et al., 2007). Segundo Bangsbo et al., (2008) dois sujeitos com valores idênticos de consumo de oxigênio máximo podem apresentar até 45% de diferença no desempenho de um teste intermitente de campo (YYIR1).

O T-CAR é uma avaliação que foi proposta por Carminatti (2006) e até o presente momento já foram desenvolvidos uma série de outros trabalhos envolvendo este teste (FERNANDES DA SILVA et al., 2011, DITTRICH et al., 2011, FLORIANO et al., 2010, CETOLIN et al., 2009) porém nenhum ainda havia analisado o consumo máximo de oxigênio durante a execução de um exercício em carga constante na intensidade referente ao PV deste protocolo.

Por ser de fácil determinação assim como não necessitar de técnicas invasivas, e equipamentos sofisticados, a ultima velocidade alcançada em testes progressivos de campo passou a ser uma alternativa atraente para os profissionais que atuam na prática (NOAKES, 1988). Considerando isso, o objetivo principal desta pesquisa foi apresentar este índice como uma variável de referência para a prescrição de treinamentos visando o desenvolvimento da potencia aeróbia máxima.

Baseado nessa necessidade, alguns testes foram propostos visando se aproximar ao máximo dos padrões presentes em treinamentos e competições. Das avaliações intermitentes de campo, foram apontados para o PV dados superiores nos trabalhos de Castagna et al., (2010) (FIET), Heineck et al., (2011) (YYIR1), Bortolotti et al., 2010 (30-15 IFT) e Castagna et al., 2006 (YYIR1), porém inferiores em Aziz et al.,

(2005) (YYIE2), Fornazieiro et al., (2009) (YYIE2) e Castagna et al., (2006) (YYE2) aos da presente amostra.

Das pesquisas que utilizaram o T-CAR pode-se mencionar os autores que apontaram desempenhos superiores (CETOLIN et al., 2010, FERNANDES DA SILVA et al., 2009, BRUN, 2009, FERNANDES DA SILVA et al., 2011, DITTRICH et al., 2011, NASCIMENTO et al., 2011) e inferiores (CARMINATTI et al., 2006, FLORIANO et al., 2009) aos jogadores profissionais de futsal.

Considerando que estes protocolos supracitados apresentam características peculiares (tempo de estágios, incrementos de intensidade, velocidade inicial, dinâmica de corridas, angulação nas trocas de direção) já era esperado que houvesse uma variabilidade nos resultados. Dessa forma, apesar de o YoYo Test estar bem estabelecido na literatura, assim como no meio esportivo, como protocolo válido para avaliação do condicionamento aeróbio de atletas, este apresenta como índice de desempenho a distancia total percorrida no teste, o que limita sua transferência para a situação real de prescrição de cargas para treinamento (FERNANDES DA SILVA et al., 2011).

Por outro lado, o T-CAR que além de se mostrar eficiente na determinação de índices da aptidão aeróbia, apresenta como referência de desempenho o PV ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), a qual pode ser transferido para o treinamento de forma prática e simplificada.

A identificação do PV no T-CAR é apenas um dos indicativos necessários para a elaboração de treinamentos que conduzam a adaptações crônicas. Dessa forma fica claro que além de determinar a intensidade de estímulo, é necessário definir também o tempo necessário para a formulação das séries e sessões.

A literatura tem apontado que um parâmetro utilizado como balizador para o tempo ideal de estímulo é o Tlim, ou seja, o tempo que o atleta consegue sustentar, em exercício de carga retangular uma determinada intensidade (DENADAI, 2000; MILLET et al., 2003). Assim, a prescrição de treinamento de alta intensidade visando desenvolvimento da potencia aeróbia, e da capacidade anaeróbia láctica, deve considerar o Tlim, a densidade das cargas (relação esforço e pausa), a duração das repetições e os tipos de recuperação (DE LUCAS et al., 2009).

Para tal, foi proposto um exercício máximo em carga retangular com intensidade referente ao PV, obtido no T-CAR. No modo de exercício intermitente a literatura aponta uma variação de até 29% no Tlim intrasujeito (BILLAT et al., 2001). Porém neste trabalho o valor do coeficiente foi inferior (16%) a esta referência, assim como a outros

trabalhos envolvendo testes de cargas constantes (MIDGLEY et al., 2007, DEMARIE et al., 2000).

Ainda que tenha sido apresentado anteriormente que o tempo de sustentação no modelo intermitente seja superior ao contínuo (DEMARIE et al., 2000), os dados da presente pesquisa estão de acordo com as referências de exercícios sem pausas (BILLAT et al., 1994).

Os resultados apresentados neste estudo, tanto relacionado ao Tlim (350 ± 55 segundos) quanto ao coeficiente de variação (16%), corroboram os achados que já haviam sido postulado anteriormente por Billat et al., (1996) ao submeterem um grupo de corredores treinados ao UMTT, e em seguida a um exercício máximo de carga constante (MVA). Ao contrário Millet et al., (2003), publicaram valores inferiores ($3,9 \pm 0,8$ min) de Tlim, na MVA no modelo contínuo.

A justificativa para a semelhança está na duração das pausas entre os intervalos de corrida, na proposta original do T-CAR. Segundo Maughan et al., (2007) a ressíntese da creatina fosfato (CF) necessita de pelo menos 30 segundos para que 50% do sua concentração de repouso seja reestocada. Com a sequência de repetições de corridas em alta intensidade ocorre o efeito de somatória de carga, na qual há uma queda progressiva do sistema fosfagênio, e uma maior solicitação do sistema glicolítico (MARCHETTI et al., 2007). Isso justifica além da alta concentração de lactato pós-teste no Tlim (tabela 3), também a proximidade nos valores alcançado no modelo contínuo por outros autores (BILLAT et al., 1999, DEMARIE et al., 2000, MIDGLEY et al., 2007).

Assim como a presente pesquisa outros estudos também investigaram as respostas fisiológicas do Tlim de exercícios intermitentes, realizados em carga constante referente a MVA.

Os dados da tabela 5 corroboraram com Millet et al., (2003), ao avaliar triatletas, haja vista que não foram encontradas diferenças estatísticas de VO_2max , quando obtidos em laboratório e Tlim executado na MVA. Por outro lado, estes mesmos autores apontaram que a $FCmax$ foi estatisticamente superior ($p < 0,001$) no protocolo incremental de laboratório quando comparado ao Tlim, resultados este diferente do encontrado no presente estudo.

Widgley et al., (2007) ao analisarem as respostas fisiológicas do Tlim intermitente (30:30s na MVA) postularam que o VO_2max , $VEmax$ e $FCmax$ alcançado em esteira rolante foi superior ao do exercício com pausas, diferindo dos dados apresentados nesta amostra, na qual não foram observados diferenças significativas em ambos os testes (tabela

5). Ao contrário, os estudos divergiram na concentração de lactato sanguíneo máximo, haja vista que os atletas de futsal profissional apresentaram valores maiores no Tlim, e os corredores em protocolo de esteira rolante.

Billat et al., (1995) também compararam as respostas fisiológicas, porém com o Tlim obtido no modelo contínuo na MVA. Apesar disso, os dados de $VO_2\text{max}$, FCmax, Rmax e VEmax não foram diferentes dos resultados alcançados em laboratório, corroborado pelos dados desta pesquisa. Somente os valores de [la]pico divergiram, pois nos corredores não houve diferença, e nos atletas de futsal apresentaram valores superiores no exercício constante.

Além dos parâmetros máximos, a avaliação de índices submáximos também são necessários na caracterização e prescrição de cargas de treinamento visando o desenvolvimento da condição cardiorrespiratória (BUNC; PSOTTA, 2001). Os procedimentos envolvendo coletas de sangue (invasivos), apesar de mais sensíveis que o $VO_2\text{max}$ para controle de efeitos de treinamento, são em algumas situações inapropriadas (DENADAI, 1995), haja vista o risco de infecções, e a necessidade de profissionais capacitados para realizarem as coletas. Dessa forma, uma das alternativas é a estimativa de parâmetros ventilatório (não invasivo), como indicadores de limiar de transição fisiológica (MARQUEZI & LANCHI, 1997).

Pedro et al., (2012) mostraram que das variáveis relacionadas ao limiar ventilatório, medidas em laboratório com atletas profissionais e amadores de futsal, não houveram diferenças no percentual relativo a velocidade máxima alcançada em esteira rolante (LV (%MVA)), consumo de oxigênio no LV ($VO_2 - LV$ (ml.kg⁻¹.min⁻¹)) e percentual relativo ao $VO_2\text{max}$ (LV (% $VO_2\text{max}$)). Porém a velocidade referente ao LV foi superior em profissionais quando comparados aos amadores.

Castagna et al., (2006) ao submeteram jogadores de futebol profissionais a dois testes de campo encontraram forte correlação no desempenho do YYET2 com o consumo de oxigênio no LV ($r=0,76$) e a velocidade referente ao LV ($r=0,83$), assim como o desempenho do YYIRT com a vLV ($r=0,69$). Utilizando outra referencia para LTF (vOBLA), Fernandes da Silva et al., (2010) apresentou fraca correlação inversa entre limiar anaeróbio (OBLA) e tempo médio ($r= - 0,49$), juntamente com o melhor tempo, em um modelo de regressão pode explicar até 89% o desempenho em testes de capacidade de *sprints* repetidos.

Além destes supracitados, outros estudos, também com jogadores de futsal, apresentaram valores superiores aos presentes tanto

relacionado ao VO_2 no LV ($l \cdot \text{min}^{-1}$) (LEAL JUNIOR et al., 2006), VO_2 no LV (relativo a massa corporal) (MILANEZ et al., 2011), velocidade associada ao LV ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) (BARONI et al., 2011) e relativo ao $VO_{2\text{max}}$ (HARTMANN NUNES, 2011). A partir destes resultados, constata-se que não há uma unanimidade com relação aos resultados para limiares de transição fisiológica, relacionados aos parâmetros ventilatório de atletas de futsal. Essa discrepância deve-se basicamente a diferentes fatores: característica dos protocolos, confiabilidade dos aparelhos, técnicas de identificação, nível de condicionamento dos atletas e período de treinamento na qual ocorreram os testes.

Na presente pesquisa, apesar da utilização de dois protocolos distintos (contínuo e intermitente), não foram encontradas diferenças estatísticas nos valores médios de VE_{max} quando obtidos em laboratório e T_{lim} (tabela 5). Ao contrário Fornazieiro et al., (2009), encontrou diferenças na VE_{max} , comparando protocolos de campo (YYIE) e laboratório. Castagna et al., (2006), também não encontrou diferença na VE_{max} ao comparar YYIE e esteira rolante. Ao analisar a VE_{max} durante a execução do T_{lim} , no modelo contínuo, Billat et al., (1996) encontrou resultados superiores, assim como Widgley et al., (2006), no modo intermitente aos dos jogadores de futsal presentes nesta amostra. Estes parâmetros ventilatórios não são unânimes na literatura, haja vista que foram encontrados resultados superiores (Castagna et al., 2010; Castagna et al., 2009; Fornazieiro et al., 2009) e inferiores (AZIZ et al., 2005). Apesar da discrepância nos resultados, a VE_{max} , foi fortemente correlacionada ($r=0,85$) em ambos os protocolos (figura 7). Desta forma, utilizando o teste de esteira como padrão ouro para determinação de parâmetros ventilatórios máximos, pode-se afirmar que na execução do T_{lim} , no modelo T-CAR, as variáveis respiratórias máximas foram alcançadas.

Durante a execução de um exercício máximo a relação entre o VCO_2 e o VO_2 é denominada respiratório máximo (R_{max}). Essa variável está relacionada ao tipo de substrato energético utilizado pelos músculos durante o exercício. Não foram observadas correlação forte ($r=0,2$) e semelhança entre os valores de R_{max} quando obtido em laboratório e T_{lim} na presente amostra. Fornazieiro et al., (2009) também encontrou diferença em R_{max} , ao comparar protocolo de esteira rolante e intermitente de campo (YYIE). Em ambos os testes os resultados foram superiores aos apresentados em outros estudos tanto com atletas de futsal (ALVES DIAS, 2011; HARTMANN NUNES, 2011; CASTAGNA et al., 2010), futebol (CASTAGNA et al., 2006; BRUN, 2009) quanto de modalidades contínuas (BILLAT et al., 1996;

WIDGLEY et al., 2007). Segundo Nieman (2007) os valores de R_{max} superiores a 1 equivalem as fontes energéticas de carboidratos, dessa forma a execução do Tlim no PV apresenta ao final do teste participação significativa do sistema anaeróbio.

Isto se confirmou também pela concentração de lactato ao final do Tlim (tabela 4). Além da diferença significativa, não foi encontrado correlação entre o lactato pico alcançado em esteira e no Tlim (figura 7). Ao contrário, tanto Castagna et al., (2010), analisando atletas de futsal quanto Aziz et al., (2005), com futebolistas não apontaram diferença na concentração de lactato pico quando compararam um protocolo intermitente de campo como o de laboratório. Billat et al., (1996), ao contrário não encontrou diferença estatística significativa do lactato pico alcançado ao final de um teste máximo em esteira, e ao final de um Tlim, no modo contínuo.

Com relação aos valores, pode-se citar estudos com atletas de futsal que encontraram resultados semelhantes (ALVES DIAS, 2011) e inferiores (CASTAGNA et al., 2009; BRUN, 2009), ao determinado a partir do Tlim. A concentração de lactato após exercício de carga constante, assim como o valor de R_{max} , demonstrou que além da participação do sistema aeróbio, a execução do Tlim apresentou uma solicitação do metabolismo anaeróbio maior do que em laboratório.

Além dos parâmetros ventilatórios máximos, outro índice que pode ser utilizado tanto na prescrição de exercício (HELGERUD et al., 2001) quanto na avaliação de atletas (BRUN, 2009) é a FC_{max} . Nesta amostra, além de fortemente correlacionadas (figura 7) não foi encontrado diferença estatística, quando determinada em laboratório e campo (Tlim). Outros estudos também não apontaram diferenças significativas em ambientes distintos (CASTAGNA et al., 2006; FORNAZIEIRO et al., 2009; CASTAGNA et al., 2010, AZIZ et al., 2005). Não há na literatura um consenso quanto ao valor de referência para FC_{max} , desta forma, comparados aos atletas de futsal profissionais presentes nesta amostra, após a realização do Tlim, foram encontrados valores semelhantes (ALVES DIAS, 2011; PEDRO et al., 2012) inferiores (HARTMANN NUNNES, 2011) e superiores (CASTAGNA et al., 2009; FORNAZIEIRO et al., 2009; AZIZ et al., 2005; CARMINATTI, 2006; BRUN, 2009). Essas diferenças podem estar relacionado ao nível de condicionamento físico (KAWAGUCHI et al., 2007), idade (YERAGANI et al., 1997) e as características genéticas dos atletas (CAMBRI et al., 2008).

Já havia sido estabelecido previamente pela literatura que o treinamento intervalado de alta intensidade auxilia na melhora do

desempenho de indivíduos treinados (LAURSEN et al., 2002). Dentre as variáveis que tem sido utilizada para a prescrição de intensidade adequada para o treinamento intervalado está a MVA e o Tlim (BILLAT et al., 2001). Segundo Midgley et al., (2007) um dos protocolos intermitentes mais utilizado para o treinamento fracionado é baseado no proposto por Billat et al., (2000) em que há uma alternância de estímulos de 30 segundos de estímulo (100% da MVA) por 30 segundos de recuperação ativa (50% da MVA).

Denadai et al., (2006) encontraram melhoras significativas tanto nos índices de potencia (MVA) como de capacidade aeróbia ($vOBLA$) quando submeteram um grupo de corredores treinados a um treinamento intervalado de cinco séries com as seguintes características: intensidade de carga (100% da MVA), tempo de estímulo (60% do Tlim), intensidade da recuperação ativa (50% da MVA) e tempo de pausa ativa (60% do Tlim).

Apesar de este procedimento supracitado já haver demonstrado eficiência, o presente trabalho propõe adaptações no número de séries e relação esforço-pausa, em respeito a especificidade do T-CAR (2:1) e a modalidade de futsal.

Assim baseado na constatação que ao executar um exercício de carga constante na MVA, após um determinado tempo (acima de 60% Tlim) o VO_2max é alcançado, e que no presente trabalho a MVA não foi diferente do PV alcançado no T-CAR, este último é utilizado como referência para intensidade de carga.

Adaptado da proposta inicial de Billat et al (2000), sugerimos 4 séries de exercício em alta intensidade, com 80% Tlim referente ao volume da série e 40% Tlim, para as pausas ativas. A escolha por estes parâmetros baseou-se nas seguintes constatações apresentadas previamente em outras pesquisas: significante melhora no condicionamento aeróbio a partir de 4 séries em cargas de alta intensidade (HELGERUD et al., 2001); a necessidade de no mínimo 60% do Tlim para se atingir o VO_2max durante exercícios na intensidade correspondente a MVA durante programas de treinamento (HILL et al., 1997); e por ultimo, as recuperações ativas entre séries realizadas em alta intensidade aceleram a remoção de lactato sanguíneo e melhoram o desempenho de uma série ou desempenho subsequente (DE LUCAS et al., 2009).

Uma das vantagens do T-CAR é englobar um grande número de indivíduos simultaneamente, tanto para avaliação como para treinamentos (CARMINATTI, 2006). Dessa forma indica-se que sejam

criados grupos de desempenho, em que possam ser reunidos por desempenhos no Tlim ou distância percorrida por estímulo.

A realidade de alguns clubes do cenário nacional não permite que análises clínicas sejam realizadas com frequência e em grande escala. Em virtude disso, índices de fácil acesso que disponibilizem parâmetros para treinamentos e acompanhamento de adaptações ao longo de uma temporada são fundamentais para profissionais que atuam na preparação física de modalidades coletivas, como o futsal, por exemplo.

Por fim, a proposta inicial deste trabalho foi apontar o PV, como um índice válido de potência aeróbia máxima. Assim foram obtidas evidências que confirmaram essa hipótese, haja vista que durante a execução de um exercício em carga constante, com análise de consumo de oxigênio direta nesta intensidade, o $VO_2\text{max}$ não foi diferente do alcançado em condições controladas de laboratório (padrão ouro). Assim foi confirmado que o PV, alcançado no T-CAR, pode ser utilizado como estimativa da potência aeróbia máxima em atletas de futsal profissionais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando os objetivos do estudo, foram elaboradas as seguintes conclusões:

- 1) O PV, alcançado no T-CAR, pode ser utilizado como um índice de potência aeróbia máxima em atletas de futsal profissionais, haja vista que durante a execução de um exercício de carga constante a 100% do PV, os jogadores alcançaram valores de $VO_2\text{max}$ semelhantes aos obtidos em situações controladas de laboratório. Diante disso é possível afirmar que o T-CAR é um teste válido, para avaliação da potência aeróbia máxima de jogadores de futsal.
- 2) O PV pode ser utilizado como referência para intensidade de carga em treinamentos intervalados que tenham por objetivo desenvolver o metabolismo aeróbio e anaeróbio, visto que os valores de consumo de oxigênio, ventilação pulmonar e frequência cardíaca, alcançaram seus valores máximos em resposta a execução do Tlim.
- 3) A execução de um exercício em carga constante, na intensidade referente ao PV, pode ser utilizada tanto na avaliação da

potência aeróbia máxima (VO_{2max}), quanto na prescrição de volume para sessões de treinamentos intervalados. Assim, torna-se possível a identificação do VO_{2max} , em um protocolo de curta duração (máximo 6 minutos).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAIDI, S.; COLLOMP, K.; CAILLAUD, C.; PRÉFAUT, C.

Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. **International journal of sports medicine**, v. 13, p. 243-248, 1992.

ALVAREZ, B. R.; PAVAN, A. L. Alturas e comprimentos. In: Petroski, E. L. (org.). **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. 2ª ed. Porto Alegre: Palotti, 2003.

ALVES DIAS, R. D. Caracterização fisiológica de atletas seniores de futsal: análise por nível competitivo. **Dissertação de Mestrado**. Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Portugal. 2011.

ARAÚJO, T.; L.; ANDRADE, D.; R.; FIGUEIRA JÚNIOR, A.; J.; FERREIRA, M. Demanda fisiológica durante o jogo de futebol de salão, através da distância percorrida. **Revista da Associação dos Professores de Educação Física de Londrina**, v.11, n. 3, p.12-20, 1996.

ARINS, F. B.; SILVA, R. C. R. Intensidade de trabalho durante os treinamentos coletivos de futsal profissional: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.9, n. 3, p. 291-296, 2007.

ASTORINO T.A., RIETSCHEL J.R., TAM P.A., JOHNSON S.M., SAKARYA C.E., FREEDMAN T.P. Optimal duration of VO_{2max} testing. **Journal Exercise Physiology**, v. 7, p. 1-8, 2004.

ASTRAND PO, RODAHL K. **Textbook of Work Physiology**. New York, NY: McGraw Hill. p. 391-411, 1986.

- ASTRAND, P. O. Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age. Copenhagen: Ejnar Munksgaard, 1952.
- AZIZ, A. R.; FRANKIE, H. Y.; KONG, C. T. A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.4, pag.105-112, 2005.
- BANGSBO J, MOHR M, KRUSTRUP P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Science**, v. 24, n. 7, p. 665-674, 2006.
- BANGSBO, J. Fitness training in football – A scientific approach. Baegsvard: H+O Storm, 1994.
- BANGSBO, J. Physiology of intermittent exercise. In GARRET, W. E and KIRKENDALL, D. T (eds), **Exercise and Sport Science**, Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, pp. 53–65, 2000.
- BANGSBO, J. YO-YO tests. HO + Storm, Copenhagen, Denmark, 1996.
- BANGSBO, J., IAIA, F., KRUSTRUP P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. **Sports Medicine**. V. 38, n. 1, p.37-51, 2008.
- BANGSBO, J.; LINDQVIST, 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.
- BARBERO ALVAREZ, J, SOTO HERMOSO, V, AND GRANDA VERA, J. Effort profiling during indoor soccer competition. **Journal of Sports Science** 22: 500–501, 2004.
- BARBERO-ÁLVAREZ, J. C.; D’OTTAVIO, S.; VERA, J. G.; CASTAGNA, C. Aerobic fitness in futsal players of different competitive level. **Journal of Strength Condition Research**, v. 23, n. 7, p. 2163–2166, 2009.
- BARBERO ALVAREZ, J.C., ANDRIN, G., MENDEZ-VILLANUEVA, A. Futsal specific endurance assessment of competitive players. **Journal of Sports Science**, v. 23, p. 1279–1281, 2005.

BARBERO-ÁLVAREZ, J. C.; ÁLVAREZ, V. B. Relación entre el consumo de oxígeno y La capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala, **Revista de entrenamiento**, v.17, n.2, p.13-24, 2003.

BARBERO-ÁLVAREZ, J. C.; SOTO, V. M.; BARBERO-ÁLVAREZ, V.; GRANDA-VERA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports Sciences**. v. 26, n. 1, p. 63-73, 2008.

BARILLO, J. L. M., BURGER M., MACHADO A.F. Análise da gordura corporal obtida por diferentes tipos de compassos de dobras cutâneas. **Revista Meta Science**. V.2, n.3, p. 38-40, 2005.

BARONI, B. M.; COUTO, W.; LEAL JUNIOR, E. C. P. Estudo descritivo-comparativo de parâmetros de desempenho aeróbio de atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano** v.13, n.3, pags.170-176, 2011.

BARSTOW T.J. Characterization of VO₂ kinetics during heavy exercise. **Medicine and Science Sports Exercise**. V. 26, p. 1327–1334, 1994.

BARSTOW T.J., JONES A.M, NGUYEN P.H., CASABURI R. Influence of muscle fiber type and pedal frequency on oxygen uptake kinetics of heavy exercise. **Journal Applied Physiology**. V. 81, p.1642–1650, 1996.

BARSTOW T.J., MOLÉ P.A. Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. **Journal Applied Physiology**. V.71, p. 2099-2106, 1991.

BARSTOW TJ, JONES AM, NGUYEN PH, CASABURI R. Influence of muscle fibre type and fitness on the oxygen uptake/power output slope during incremental exercise in humans. **Experimental Physiology**. V. 85, p. 109–116, 2000.

BASSET D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, p. 70-84, 2000.

BELL, C.; PATERSON, D.H.; KOWALCHUK, J.M.; PADILLA, J.; CUNNINGHAM, D.A. A comparison of modeling techniques used to characterize oxygen uptake kinetics during the on-transient of exercise. **Experimental Physiology**, v.86, n.5, p.667- 76, 2001.

BENEDETTI, T. R. B.; PINHO, R. A.; RAMOS, V. M. Dobras cutâneas. In: PETROSKI, E. L. (Ed.). **Antropometria: técnicas e padronizações**. Porto Alegre: Palotti, 2003.

BILLAT V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Part 2: Anaerobic interval training. **Sports Medicine**, v.31, p. 75-90, 2001.

BILLAT, V. L., BLONDEL, N., BERTHOIN S. Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. **European. Journal of. Applied. Physiology**. V. 80, p.159-161, 1999.

BILLAT, V. L.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX G.; KORALSZTEIN, J. P. Interval training at VO_{2max} : effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n. 1, p.156-163, 1999.

BILLAT, V. L.; HILL, D. W.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P Effect of protocol on determination of velocity at VO_{2max} and on its time to exhaustion. **Archives of Physiology and Biochemistry**, v. 104, n. 3, p. 313-321, 1996.

BILLAT, V. L.; MORTON, R. H.; BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BOCQUET, V.; BODNER, M. E., RHODES, E. C. A review of the concept of the heart rate deflection point. **International Journal of Sports Medicine**, v.30, p.31-46, 2000.

BILLAT, V.; RENOUX, J.C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, P. Reproducibility of running time to exhaustion at VO_{2max} in subelite runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, p.254-7, 1994.

BILLAT, V.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; RENOUX, J. C.; KORALSZTEIN, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_2max and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p.271-273, 1994.

BOMPA, T; CORNACCHIA, L. **Treinamento de Força Consciente**. Phorte ed, 2000.

BORTOLOTTI, H., VITOR-COSTA, M., OLIVEIRA, R. S., PEDRO, R. E., ALTIMARI, L. R., CYRINO, E. S. desempenho de jogadores de elite de futsal e handebol no 30-15 *intermittent fitness test*. **Brazilian Journal of Sports and Exercise Research**, v. 1, n.2, p.89-92, 2010.

BRODIE D., MOSCRIP V., HUTCHEON R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, antropometry, and impedance methods. **Nutrition**, v.14, n.3, p.296-310, 1998.

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

BUCHFUEHRER, M. J., J. E. HANSEN, T. E. ROBINSON, D. Y. SUE, K. WASSERMAN, AND B. J. WHIPP. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. **Journal Applied Physiology**, v.55, p.1558-1564, 1983.

BUCHHEIT M, A.L., HADDAD H., MILLET G.P., LEPRETRE P.M., NEWTON M., AHMAIDI S. Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 intermittent fitness test in team sport players. **Journal of Strength Conditional Research**, v.23, n.1, p. 93-100, 2009.

BUCHHEIT, M. The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy for Individualizing Interval Training of Young Intermittent Sport Players, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v 22, n. 2, p 365-374, 2008.

BUNC; PSOTTA, 2001). BUNC, V.; PSOTTA, R. Physiologial profile of very young soccer players; **Journal of Sports Medicine Physiology and Fitness**, v. 41, n.3, p. 337-341, 2001.

CAPUTO, F. Determinação da maior intensidade de esforço onde o consumo máximo de oxigênio é atingido durante o ciclismo: influencia do estado e especificidade do treinamento aeróbio. **Tese de Doutorado**. Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006).

CAPUTO, F., DENADAI, B.S. effects of aerobic endurance training status and specificity on oxygen uptake kinetics during maximal exercise. **European journal applied physiology**, v.93, p. 87-95, 2004.

CARMINATTI, L. J. Validade de limiares anaeróbios derivados do teste incremental de corrida intermitente (tcar) como preditores do máximo *steady-state* de lactato em jogadores de futsal. **Dissertação de Mestrado** - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, 2006.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.3, n.1, p.120, 2004.

CASTAGNA, C, D'OTTAVIO, S, GRANDA-VERA, J, AND ALVAREZ, BJC. Match demands of professional futsal: A case study. **Journal of Science Medicine of Sport**, n. 12, pags. 490–494, 2009.

CASTAGNA, C., IMPELLIZZERI, F. M., CHAMARI, K., CARLOMAGNO, D., & RAMPININI, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, p. 320-325. 2006.

CASTAGNA, C.; ALVAREZ BARBERO, J. El test Yo-Yo de recuperacion intermitente nivel 1. **Revista de entrenamiento deportivo**, n. 2, pags. 21-27, 2005.

CASTAGNA, C.; ALVAREZ BARBERO, J. Physiological demands of an intermittent futsal-oriented high-intensity test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2010.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, R.; D'OTTAVIO, S.; MANZI, V. The Yo—Yo intermittent recovery test in basketball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.11, pags. 202—208, 2008.

CBFS – **Confederação Brasileira de Futsal**. Disponível em <<http://www.cbfs.com.br>> [2012 Maio 20].

CETOLIN, T.; FOZA.; V.; CARMINATTI, L. J.; GUGLIELMO, L. G. A.; FERNANDES DA SILVA, J. Diferença entre intensidade do exercício prescrita por meio do teste T-CAR no solo arenoso e na grama. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, n.12, v.1, pag. 29-35, 2010.

COLAÇO, P. BRAGADA, J., PEDRO, F. Determinação da velocidade máxima aeróbia em atletas de elite e em indivíduos moderadamente treinados através de um teste laboratorial e um terreno. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.4, n.2, p.239, 2004.

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

CYRINO E. S., OKANO, A. H., GLANER, M.F., ROMANZINI, M., GOBBO, L. A., MAKOSKI, A., BRUNA, N., DE MELO, J. C., TASSI, G. N. Impacto da utilização de diferentes compassos de dobras cutâneas para a análise da composição corporal. **Revista brasileira de Medicina do Esporte**. v. 9, n.3, 2003.

DE DEUS, L. A.; BEZERRA, N.; TAVARES, L. M.; DOMINGUES, A.; FRAGA, P.; HERRERA, J. B. Estudo comparativo da velocidade do limiar anaeróbio em atletas de futebol e basquetebol da universidade católica de Brasília. **Educação Física em Revista** v. 4 n.2, 2010.

DE LUCAS, R. D., DENADAI, B. S., GRECO, C. C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Revista Motriz**, v. 15, n. 4, p. 810-820, 2009.

DEMARIE et al., 2000, DEMARIE, S.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. L. Time limit and time at VO₂max during a continuous and intermittent run. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 2, p. 96-102, 2000.

DENADAI B. S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceito e aplicação**. Ribeirão Preto: BSD, 1999.

DENADAI, B. S. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira Atividade Física & Saúde**, v. 1, p. 74 – 88, 1995.

DENADAI, B. S., ORTIZ, M. J., GRECO, C.C., MELLO, M. T. Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO₂max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**. V.31, n.6, p. 737-743, 2006.

DENADAI, B. S.; GRECO, C. C.; DONEGA, M. R. Comparação entre a velocidade de limiar anaeróbio e a velocidade crítica em nadadores com idade de 10 a 15 anos. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 11, p. 128-133, 1997.

DENADAI, B.S. (org.) **Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo**. Rio Claro: Motrix, 2000.

DE-OLIVEIRA, F. R. Predição dos limiares de lactato e ajustes de frequência cardíaca no teste de Léger – Boucher. Universidade do País Basco. Euskal Herriko Unibertsitatea: San Sebastián, 2004

DITTRICH, N.; FERNANDES DA SILVA, F.; CASTAGNA, C.; DE LUCAS, R. D.; GUGLIELMO, L. G. A. Validity of Carminatti's test to determinate Physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.11, p. 3099-3106, 2011.

DOGRAMACI S.N., WATSFORD M.L., MURPHY A.J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **Journal of Strength Conditional Research**, v. 25, p. 646-51, 2011.

DOGRAMACI, S. N., WATSFORD, M. L. A comparison of two different methods for time-motion analysis in team sports. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. v.6, n.1, p.73-83, 2006.

DOHERTY M., NOBBS M.L., NOAKES T.D. Low frequency of the “plateau phenomenon” during maximal exercise in elite British athletes. *European Journal Applied Physiology*, v.89, p. 619–623, 2003.

DUPONT G., DEFONTAINE M., BOSQUET L., BLONDEL N., MOALLA W., BERTHOIN S. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de Montréal Track Test: relation with a high-intensity intermittent exercise. *Journal of Science and Medicine Sports*. v.13, n.1, p. 146-150, 2010.

FAINA, M. et al. Anaerobic contribution to the time to exhaustion at the minimal exercise intensity at which maximal oxygen uptake occurs in elite cyclists, kayakers and swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, v. 76, n. 1, p.13-20, 1997.

FERNANDES DA SILVA, J., GUGLIELMO, L.G., CARMINATTI, L.J., DE-OLIVEIRA, F. R., DITTRICH, N., PATON, C. Validity and reliability of a new test (T-CAR) for soccer players compared to laboratory-based measures. *Journal of Sports Sciences*. p.1-8, 2011.

FERNANDES DA SILVA, J.; GUGLIELMO, L. G. A.; FLORIANO, L. T.; ARINS, F. B.; DITTRICH, N. Aptidão aeróbia e capacidade de *sprints* repetidos no futebol: comparação entre as posições. *Revista Motriz*, v.15, n.4, p.861-870, 2009.

FERRARI BRAVO, D. Capacita` di ripetere sprint nel calcio: aspetti fisiologici, valutazione e allenamento [**dissertation**]. Milan: Faculty of Exercise Sciences, State University of Milan, 2006.

FLORIANO et a., 2009). FLORIANO, L. T., ORTIZ, J. G., SOUZA, A. R., LIBERALI, R., NAVARRO, F., ABAD, C. C. Influência de uma temporada no pico de velocidade e no limiar anaeróbio de atletas de futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*. , v.1, p.259 - 269, 2009.

FORNAZIERO, A. M.; LEITE, R. D.; DE AZEVEDO, P.H.S.M.,
DOURADO, A.C. DAROS, L.B.; OSIECKI, R.; STANGANELLI, Y
L.C.R.. Análise comparativa do desempenho de futebolistas entre dois
testes de potência aeróbia: esteira e Yo-Yo intermitente *endurance* nível
2. **Revista Andaluza de Medicina Del Deporte**. v.2, n.3 p. 82-86,
2009.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. The slow component of oxygen
uptake kinetics in humans. **Exercise and Sports Science Reviews**, v.24,
p.35-71, 1996.

GARCÍA, G. A. Caracterización de los Esfuerzos en el Fútbol Sala
baseado en el Estudio Cinemático y Fisiológico de la Competición.
EFDeportes.com, **Revista Digital. Buenos Aires**, Nº 2004.

GASTIN, P.B. Energy System Interaction and Relative Contribution
During Maximal Exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.10, p. 725-741,
2001.

GENTIL, D.A.; OLIVEIRA, C. P. S.; BARROS NETO, T. L.;
TAMBEIRO, V. L. Avaliação da seleção brasileira feminina de
basquetebol. **Revista Brasileira de Medicina e Esporte**, v. 17, n. 2, p.
53-56, 2001.

GERBINO, A., WARD, S. A & WHIPP, B. J. Effects of prior exercise
on pulmonary gas exchange kinetics during high-intensity exercise in
humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, p. 99–107, 1996.

GRASSI, B. Skeletal muscle VO₂ on-kinetics: set by O₂ delivery or O₂
utilisation? New insights on an old issue. **Medicine and Science in
Sports and Exercise**, v. 32, p. 108–116, 2000.

GUGLIELMO, L. G. A. Efeitos de diferentes tipos de treinamento sobre
a intensidade e o tempo de exaustão a 100 % do VO₂max. 2005. **Tese
(Doutorado em Ciências da Motricidade)** - Universidade Estadual
Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade do Estado de São Paulo,
São Paulo.

HARTMANN NUNES, R. Índices físicos e fisiológicos associados com
aspectos técnico e tempo de jogo como preditor de *performance* em

atletas de futsal. **Dissertação de Mestrado**. Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. Paraná. 2011.

HARTMANN NUNES., R., F., ALMEIDA, F. A. M., SANTOS, B. V., ALMEIDA, F. D. M., NOGAS, G., ELSANGEDY, K. K., GREGÓRIO DA SILVA, S. Comparação de indicadores físicos e fisiológicos entre atletas profissionais de futsal e futebol. **Revista Motriz**, v. 18, n. 1, p. 104-112, 2012.

HEINECK, L. M., MORO, V. L., FUKU, K., CORREA MATHEUS, S. comparação entre diferentes testes de campo para a verificação do condicionamento físico de atletas de futsal. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 5, n. 4, p. 239-247, 2011.

HELGERUD, J.; ENGEN, L.C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.33, n.11, p.1925-1931, 2001.

HILL D.W., POOLE D.C., SMITH J.C. The relationship between power and the time to achieve $\dot{V}O_{2max}$. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 34, p. 709-714, 2002.

HILL, D. W. Energy system contributions in middle-distance running events. **Journal of Sports Sciences**, v. 17, n. 6, p. 477- 483, 1999.

HILL, D. W.; ROWEL, A. L. Responses to exercise at the velocity associated with $\dot{V}O_{2max}$. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v.29, p.113-116, 1997.

HUGHSON RL, O'LEARY DD, BETIK AC, HEBESTREIT H. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise near or above peak oxygen uptake. **Journal Applied Physiology**, v. 88, n.5, p. 1812-1819, 2000.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, v.3, n.1, p.10-25, 1986.

JONES A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of anaerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 29, n.6, p. 373-86, 2000.

JONES A.M., KOPPO K., BURNLEY M. Effects of prior exercise on metabolic and gas exchange responses to exercise. **Sports Medicine**, v. 33, p. 949–971, 2003.

JONES A.M., POOLE D.C. Introduction to oxygen uptake kinetics and historical development of the discipline. In: Jones AM, Poole DC (eds). **Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine**. Routledge, London and New York, p 3–35, 2005.

KARA, M.; GÖKBEL, H.; BEDIZ, C.; ERGENE, N.; UÇOK, K.; UYSAL, H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.36, n.1, p.31-34, 1996.

KARVONEN, M.J., KENTAL, E., MUSTALA, O. The effects of on heart rate a longitudinal study. **Annales Medicinæ Experimentales et Fenniae**, v. 35, p. 307-315, 1957.

KIRKENDALL, Donald T. Fisiologia do Futebol. In: GARRET JR, William E.; KIRKENDALL, Donald T. **A Ciência do Exercício e dos Esportes**. Porto Alegre: Artmed, p.804-813, 2003.

KISS, M. A. P. D. M. **Esporte e exercício: avaliação e prescrição**. São Paulo: Roca, 2003.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENBERG, A.; PEDERSEN, P. K.; BANGSBO, J. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.697-705, 2003.

KUIPERS, H.; VERSTAPPEN, F. T.J.; KEIZER, H. A, GEURTEN, P.; VANKRANENBURG, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. **International Journal of Sports Medicine**, n. 6, pags.197–201, 1985

KUSHMERICK M.J., MEYER R.A., BROWN T.R. Regulation of oxygen consumption in fast- and slow-twitch muscle. **The American Physiological Society**. v. 263, p.598–606, 1992.

LACOUR, J.R.; PADILLA-MAGUNACELAYA, S.; CHATARD, J. C.; ARSAC, L. BATHÉLÉMY, J. C. Assessment of running velocity at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**, v. 62, n. 2, p. 77-82, 1991.

LAURSEN P.B., SHING C.M., PEAKE J.M., COOMBES J.S., JENKINS D.G. Interval training program optimisation in highly trained endurance cyclists. **Medicine Science Sports Exercises**, n.34, pags. 1801-1807, 2002.

LEAL JUNIOR, E. C., BARROS SOUZA, F., MAGINI, M., LOPES MARTYINS, R. A. B. Estudo comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, 2006.

LEGER, L. C.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO_2 max. **European Journal of Applied Physiology**, v. 49, p.1 – 12, 1982.

LÉGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal Track Test. **Canadian Journal of Applied Sports Science**, v.5, n.2, p.77-84, 1980.

LIMA, A. M. J.; SILVA, D. V. G.; SOUZA, A. O. S. Correlação entre as medidas direta e indireta do VO_2 máx em atletas de futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 1, n. 3, p.164-166, 2005.

MARCHETTI, P. H., MELLO F. C. Aspectos metabólicos do exercício intermitente. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v.3, n. 12, 2007.

MARQUEZI, M.L.; LANCHÁ JUNIOR, A.H. Possível Efeito da Suplementação de Aminoácidos de Cadeia Ramificada Aspartato e Asparagina Sobre o Limiar Anaeróbio. **Revista Paulista de Educação Física.**, v.11, n.1, pag : 90-101, 1997.

MATOS RODRIGUES, V. Intensidade de jogos oficiais de futsal. **Dissertação de Mestrado**. Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2008.

MATT GREEN, J.; CREWS, T.R.; BOSAK, A.M.; PEVELER, W.W. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, p. 608–613, 2003.

MAUGHAN, R. J., DEPIESSE, F., GEYER, H. The use of dietary supplements by athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 1, p. 103-113, 2007.

MCARDLE, W.; KATCH, F.I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 1113 p.

MCCUTCHEON, L.J., GEOR R.J., HINCHCLIFF K.W. Effects of prior exercise on muscle metabolism during sprint exercise in humans. **Journal Applied Physiology**, v. 87, n.5, p. 1914-1922, 1999.

METAXAS, T.L, N.A. KOUTLIANOS, E.J. KOUIDI, AND A.P. DELIGIANNIS. Comparative study of field and laboratory tests for the evaluation of aerobic capacity in soccer players. **Journal of Strength Conditional Research**, n.1, v.19, pags 79-94, 2005.

MEYER, T., LUCÍA, A., EARNEST, C. P., KINDERMANN, W. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters-theory and application. **International Journal Sports Medicine**, v. 26, p. 38-48, 2005.

MIDGLEY A.W., MCNAUGHTON L.R., POLMAN R., MARCHANT D. Criteria for determination of maximal oxygen uptake: a brief critique and recommendations for future research. **Sports Medicine**, v. 37, p.1019–28, 2007.

MIDGLEY, A. W., BENTLEY, D. J., LUTTIKHOLT, H., LARS, R., MCNAUGHTON. Challenging a dogma of exercise physiology does an incremental exercise test for valid VO_2max determination really need to last between 8 and 12 minutes? **Sports Medicine**, v. 38. N.6, p. 441-447, 2008.

MIDGLEY, A. W.; Mc NAUGHTON, L. R.; WILKINSON, M. The relationship between the lactate turnpoint and the time at VO₂max during a constant velocity run to exhaustion. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, p. 278-282, 2006.

MILANEZ V.F., PEDRO R.E., MOREIRA A., BOULLOSA D.A., SALLE-NETO F., NAKAMURA F.Y. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. **International Journal of Sports Physiology Performance**. v. 6, n.3, p. 358-366, 2011.

MILLET, G. P.; CANDAU, R.; FATTORI, P.; BIGNET, F.; VARRAY, A. VO₂ response to different intermittent runs at velocity associated with VO₂max. **Canadian Journal Applied Physiology**, v. 28, n° 3, p. 410-423.

MOHR M, KRUSTRUP P, NIELSEN JJ, NYBO L, RASMUSSEN MK, JUEL C, BANGSBO J. Effect of two different intense training regimes on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. **American Journal Physiology Regulatory Integrative and Compative Physiology**. V.292, n.4, p. 1594-1602, 2007.

MORENO, J.H. Análisis de los parámetros espacio y tiempo en el fútbol sala: la distancia recorrida, el ritmo y dirección del desplazamiento del jugador durante un encuentro de competición. **Apunts Educación Física y Deportes**, v. 65, n. 3, p. 32-44, 2001.

NAZAR ALI, P., REZAYI, N. Effect of warm up intensity below the lactate threshold on VO₂ slow component during submaximal exercise in elite futsal players. **Middle-East Journal of Scientific Research**, v.5, n.4, p. 252-255, 2010.

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

PEDRO R.E., MILANEZ V.F., BOULLOSA D.A., NAKAMURA F.Y. Running speeds at ventilatory threshold and maximal oxygen consumption discriminate futsal competitive level. **Journal of Strength Conditional Research**, v.28, 2012.

RAMPININI, E. Aerobic fitness and Yo-Yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n.2, p.320-325, 2006.

RAMSBOTTOM R., BREWER J., WILLIAMS C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. **British Journal Sports Medicine**. V.22, p. 141-144, 1988.

RIENZI, E., DRUST, B., REILLY, T., CARTER, J.E.L. AND MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, n. 40, pag. 162-169, 2000.

SERAPIONI, M. Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa social em saúde: algumas estratégias para a integração. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 187-92, 2000.

SKINNER, J.S., WILMORE, K.M., JASKOLSKA, A., JASKOLSKI, A., DAW, E.W., RICE, T., GAGNON, J., LEON, A.S., WILMORE, J.H., RAO, D.C. AND BOUCHARD, C. Reproducibility of maximal exercise test data in the HERITAGE Family Study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p. 1623-1628, 1999.

SVEDAHL; MACINTOSH, 2003). SVEDAHL, K.; MACINTOSH, B. R. Anaerobic threshold: the concept and methods of measurement. **Canadian Journal of Applied Physiology**. Champaign, v. 28, n.2, p. 299-323, 2003.

SVENSSON M., DRUST, B. Testing soccer players. **Journal of Sports Sciences**, n. 23, v.6, pag. 601 — 618, 2005.

TABATA, I.; IRISAWA, K.; KOUZAKI, M.; NISHIMURA, K.; OGITA, F.; MIYACHI, M. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.29, p. 390-395, 1997.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, p.33-38, 2002.

TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, v.31, p.1–11, 2001.

TORDI, N.; PERREY, S.; HARVEY, A.; HUGHSON, R. L. Oxygen uptake kinetics during two bouts of heavy cycling separated by fatiguing sprint exercise in humans. **Journal Applied Physiology**. V. 94, p. 533-541.

WENGER, H. A., BELL, G. The interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Medicine**, v.3, n.5, p.346-356, 1986.

WHIPP B. J. The slow component of O₂ uptake kinetics during heavy exercise. **Medicine and Science Sports Exercise**. V. 26, p. 1319–1326, 1994.

WHIPP BJ, WASSERMAN K. Oxygen uptake kinetics for various intensities of constant-load work. **Journal Applied Physiology**. v. 33, p. 351-356, 1972.

WILMORE, J.H., COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Manole, 2001.