

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

**GILSON BRUN**

**PERCENTUAIS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA, CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E PICO DE VELOCIDADE EM ATLETAS DE FUTEBOL E FUTSAL: COMPARAÇÃO ENTRE TESTES DE CAMPO E LABORATÓRIO**

FLORIANÓPOLIS - SC

2009

**GILSON BRUN**

**PERCENTUAIS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA, CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E PICO DE VELOCIDADE EM ATLETAS DE FUTEBOL E FUTSAL: COMPARAÇÃO ENTRE TESTES DE CAMPO E LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Educação Física na Área de Cineantropometria e Desempenho Humano.

**Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo**

FLORIANÓPOLIS / SC

2009

A dissertação **PERCENTUAIS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA, CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO E PICO DE VELOCIDADE EM ATLETAS DE FUTEBOL E FUTSAL: COMPARAÇÃO ENTRE TESTES DE CAMPO E LABORATÓRIO**, elaborada por **Gilson Brun**, foi aprovada por todos os membros da Banca Examinadora e aceita junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade de Santa Catarina, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Florianópolis, 16 de outubro de 2009.

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo – CDS/UFSC (orientador)

---

Prof. Dr. Fabrizio Caputto – UDESC (titular)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Saray Giovana dos Santos – CDS/UFSC (titular)

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Rosane Carla Rosendo da Silva – CDS/UFSC (suplente)

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho às mulheres da minha vida:

Jussara, Bel e Bea.

Dedico, também, a todos que compartilham comigo  
o ideal de transformar o conhecimento adquirido  
em melhoramento da prática.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha esposa Jussara, pois sem ela esta realização não seria possível, nem valeria à pena.

Às minhas filhas Maria Isabel e Ana Beatriz, pela paciência e amor com que suportaram minhas ausências.

Ao Luiz Guilherme, meu orientador, pela oportunidade da execução deste trabalho, por ter acreditado desde o começo e, principalmente, pela persistência ao me acompanhar na jornada, apesar de todas as dificuldades com a distância.

Ao meu co-orientador Prof. Carminatti, por toda a paciência e auxílio.

Aos colegas Juliano e Naiandra, por toda a ajuda e suporte.

A todos os amigos do LAEF, que fizeram com que compensasse o infindável deslocamento, para passar momentos de conhecimento.

Obrigado a todos os que não foram citados, mas que, de uma forma ou de outra, ajudaram no desenvolvimento deste trabalho.

## EPIGRAFE

*“Se o Mestre for verdadeiramente sábio,  
não convidará o aluno a entrar na mansão de seu saber,  
e sim, estimulará o aluno a encontrar o limiar da própria mente”.*

**KHALIL GIBRAN**

1883 – 1931

## RESUMO

BRUN, Gilson. **Percentuais de frequência cardíaca máxima, consumo máximo de oxigênio e pico de velocidade em atletas de futebol e futsal: comparação entre testes de campo e laboratório**, 2009. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, UFSC, Florianópolis.

**Objetivo:** analisar as relações entre %FCmax, %VO<sub>2</sub>max e %PV em jogadores de equipes profissionais de futebol e futsal durante testes incrementais em esteira rolante e campo. **Métodos:** Quarenta e seis atletas (19,20 ± 3,03 anos, 178,02 ± 5,95 cm, 73,80 ± 7,49 Kg) foram submetidos a dois testes incrementais máximos: 1) teste de laboratório em esteira ergométrica para determinação do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max), velocidade máxima aeróbia (vVO<sub>2</sub>), FC máxima (FCmax<sub>lab</sub>), iniciando em 9 km.h<sup>-1</sup>, incrementos de 1,2 km.h<sup>-1</sup> a cada 3 minutos com 30s pausa; 2) teste intermitente de campo com pausas - TCar (campo de grama – futebol e quadra – futsal), para determinação do pico de velocidade (PV<sub>campo</sub>) e FC máxima (FCmax<sub>campo</sub>), iniciando a 9 km.h<sup>-1</sup>, incrementos de 0,6 km.h<sup>-1</sup> a cada 90 segundos. **Resultados:** Os valores de vVO<sub>2</sub> e PV, assim como, FCmax<sub>lab</sub> e FCmax<sub>campo</sub> foram similares nos dois testes. Em adição, encontrou-se correlações altas entre %VO<sub>2</sub>max vs. %FCmax<sub>lab</sub> (r = 0,912) e %PV<sub>campo</sub> vs. %FCmax<sub>campo</sub> (r = 0,925), ambas significantes (p<0,001). Foram construídas duas equações para estimar %FCmax - (Eq. 1): %FCmax = 31,92 + 0,672 \* %VO<sub>2</sub>max, (Eq. 2): %FCmax = 45,78 + 0,556 \* %PV. **Conclusão:** As equações apresentaram baixos erros padrões de estimativa (3,53 e 2,8%) e bons coeficientes de determinação (R<sup>2</sup> = 0, 835; 0 855), respectivamente.

**Palavras-chave:** testes incrementais, corrida, treinamento, equações lineares.

## ABSTRACT

BRUN, Gilson. **Percentages of maximum heart rate, maximum oxygen consumption and peak velocity in football and futsal players: comparison of field tests and laboratory**, 2009. Master's dissertation. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, UFSC, Florianópolis.

**Objective:** To analyze the relations between % HRmax, % VO<sub>2</sub>max and % PV in professional soccer teams players and futsal players during incremental tests on a treadmill and field. **Methods:** Forty-six athletes (19.20 ± 3.03 years, 178.02 ± 5.95 cm, 73.80 ± 7.49 kg) underwent two maximal incremental tests: 1) laboratory test on a treadmill for determination of maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max), maximal aerobic speed (vVO<sub>2</sub>), maximal HR (FCmaxlab), starting at 9 km.h<sup>-1</sup>, increments of 1.2 km.h<sup>-1</sup> every 3 minutes with 30s pause and 2) test field with intermittent pauses - TCar (grass field - soccer and tennis - soccer), to determine the peak velocity (PVcampo) and maximum HR (FCmaxcampo), starting at 9 km.h<sup>-1</sup>, increments 0.6 km.h<sup>-1</sup> every 90 seconds. **Results:** The values of vVO<sub>2</sub> and PV, as well as FCmaxlab and FCmaxcampo were similar in both tests. In addition, we found high correlations between % VO<sub>2</sub>max vs. FCmaxlab% (r = 0.912) and % vs PVcampo. FCmaxcampo% (r = 0.925), both significant (p <0.001). Were built two equations to estimate % HRmax - (Eq. 1): % HRmax = 31.92 + 0.672 \*% VO<sub>2</sub>max, (Eq. 2): % HRmax = 45.78 + 0.556 \*% PV. **Conclusion:** The equations had low standard errors of estimate (3.53 and 2.8%) and good coefficients of determination (R<sup>2</sup> = 0, 835, 0 855), respectively.

**Keywords:** incremental tests, running, training, linear equations.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Visualização do esquema do teste intermitente TCar .....	32
<b>Figura 2</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, do teste de laboratório, ajustados por equação linear.....	35
<b>Figura 3</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, obtidos no teste TCar, ajustados por equação linear.....	36
<b>Figura 4</b> – Valores médios de frequência cardíaca e consumo de oxigênio, plotados em função das velocidades de corrida nos teste incrementais de laboratório e campo.....	36
<b>Figura 5</b> – Visualização entre os valores de %FCmax estimados pela Eq. 1 (laboratório) e valores de %FCmax estimados pela Eq.2 (TCar) para um mesmo percentual de intensidade de exercício.....	37
<b>Figura 6</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, do teste de laboratório, ajustados por equação linear do G1 .....	39
<b>Figura 7</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, do teste de laboratório, ajustados por equação linear do G2.....	39
<b>Figura 8</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, do teste de campo, ajustados por equação linear do G1.....	39
<b>Figura 9</b> – Valores individuais de %FCmax em função do %VO <sub>2</sub> max, do teste de campo, ajustados por equação linear do G2.....	39
<b>Figura 10</b> – Visualização entre os valores de %FCmax estimados pela e valores de %FCmax estimados pela para um mesmo percentual de intensidade de exercício.....	40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características da amostra estudada.....	34
<b>Tabela 2</b> – Variáveis fisiológicas dos sujeitos obtidos nos testes incrementais.....	34
<b>Tabela 3</b> – Correlação entre valores %FCmax e %VO <sub>2</sub> max e %FCmax e %PV no Tl <sub>lab</sub> e entre valores de %FCmax e %PV no Tl <sub>campo</sub> , gerados para cada velocidade dos protocolos.....	37
<b>Tabela 4</b> – FC correspondente a 60, 70, 80 e 90% do VO <sub>2</sub> max e PV <sub>TCar</sub> .....	58
<b>Tabela 5</b> – Valores de %FCmax equivalentes a partir de %PV e %VO <sub>2</sub> max, respectivamente.....	38

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACSM	Colégio americano de medicina do esporte
Bpm	Batimentos por minuto
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos
CV	Coeficiente de variação
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
Km.h <sup>-1</sup>	Quilômetros por hora
ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup>	Mililitros de oxigênio consumido por minuto relativo à massa corporal
mmol.L <sup>-1</sup>	Concentração de lactato em milimolares por litro
PV	Pico de Velocidade
R	Razão de trocas respiratórias
SHT20	Teste shuttle run de 20 metros
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TE	Teste de esforço
TI	Teste incremental
TI <sub>lab</sub>	Teste incremental de laboratório
TCar	Teste incremental de campo
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2</sub> max	Consumo máximo de oxigênio
vVO <sub>2</sub> max	Velocidade do consumo máximo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Situação Problema.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>14</b>
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>1.3 Justificativa.....</b>	<b>14</b>
<b>1.4 Hipóteses.....</b>	<b>16</b>
<b>1.5 Delimitação do estudo.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6 Definição de variáveis.....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max).....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Pico de velocidade (PV).....</b>	<b>20</b>
<b>2.3 Testes incrementais de campo.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4 Frequência cardíaca.....</b>	<b>25</b>
<b>3 MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1 Sujeitos do estudo.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2 Procedimentos da coleta de dados.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Protocolo de laboratório.....</b>	<b>29</b>
3.3.1 Calibração.....	31
<b>3.4 Protocolo de Campo.....</b>	<b>31</b>
<b>3.5 Determinação da frequência cardíaca.....</b>	<b>32</b>
<b>3.6 Tratamento estatístico.....</b>	<b>33</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>46</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>58</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Situação problema

Na preparação física, a intensidade das atividades é um dos principais componentes da sobrecarga e determina, quase que isoladamente, a existência ou não de adaptações orgânicas positivas (DENADAI, 1999). Assim, um dos objetivos dos programas de treinamento é regular adequadamente a intensidade do treinamento (SASSI, REILLY, IMPELLIZZERI, 2004).

No entanto, cada tipo de treinamento irá determinar uma demanda fisiológica específica aos jogadores. Por isso é essencial quantificar a demanda fisiológica nas sessões de treinamento, para que os treinadores possam aplicar de forma correta cada tipo de treinamento (ENISELER, 2005).

Freqüentemente profissionais utilizam vários índices fisiológicos para prescrever, de forma precisa, a intensidade do treinamento. A habilidade para determiná-la com precisão é um aspecto fundamental para estabelecimento de cargas e periodização dos treinamentos (DALLECK, 2006).

Assim sendo, um dos procedimentos mais preconizados para tornar a intensidade de esforço relativa à capacidade funcional aeróbia, é a utilização do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ), ou, através de um método indireto, a partir da freqüência cardíaca máxima ( $FC\text{max.}$ ) (ACSM, 2007)

Muitos estudos têm verificado que a FC e o  $VO_2$  são linearmente relacionados nas diversas intensidades submáximas de exercício (ALONSO, 1998; SWAIN, 1998; ACHTEN, 2003; BRANCO, 2004; CAPUTO et al, 2005). Com base nesta relação, tem-se proposto que a regressão linear entre os percentuais de  $VO_2\text{max}$  e  $FC\text{max}$  pode ser adequada para a prescrição da intensidade do exercício (BRANCO, 2004).

A utilização destas equações permite que a intensidade do exercício possa ser prescrita apenas com base no % $FC\text{max}$ , substituindo, assim, a avaliação laboratorial para a determinação do  $VO_2\text{max}$ , que requer complexas e caras análises de gases (CAPUTO et al, 2005)

As modalidades intermitentes que envolvem alterações na intensidade de exercício, períodos curtos de recuperação e mudanças de sentido constantes, como

futebol, futsal, handebol e basquetebol, têm sido estudadas nas últimas décadas (REILLY, THOMAS, 1976; BANGSBO, 1994a, DI SALVO et al., 2007; BUCHHEIT et al., 2008; CASTAGNA et al., 2008a).

Buscando aumentar o grau de especificidade na prescrição de treinamento e na determinação de índices fisiológicos relacionados à *performance* nas modalidades intermitentes, têm sido propostos vários testes de campo específicos (LEGER; LAMBERT, 1982; CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004) que procuram reproduzir nas avaliações, os gestos motores dos atletas em competição.

Além do mais, procurando desenvolver avaliações mais específicas de potência e capacidade aeróbia em esportes como futebol, futsal, basquete e handebol, Carminatti, Lima-Silva e De-Oliveira (2004) propuseram o teste incremental de corrida intermitente (TCar).

O TCar é realizado no local em que o atleta desenvolve seus treinamentos e competições (quadra, gramado), em um sistema de ida-e-volta, com distâncias variadas e elevado grau de especificidade. Além disso, no TCar também é determinado o pico de velocidade (PV).

Contudo, o fato do TCar se tratar de um teste com constantes mudanças de sentido, é possível especular que o PV determinado neste modelo apresente um componente anaeróbio maior que aqueles sem mudança de sentido realizados em laboratório ou pista (LEGER; BOUCHER, 1980; BILLAT et al., 1999).

Com base nas referências supracitadas, considerando as comparações entre testes de campo e laboratório, em atletas de futebol e futsal, na derivação dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max e %PV, formularam-se os seguintes problemas de pesquisa:

- Existe correlação entre as relações dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max derivados dos testes em laboratório e as relações dos %FCmax e %PV derivados de testes de campo.

- Existe similaridade entre os %FCmax derivados dos mesmos %VO<sub>2</sub>max e %PV.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Analisar as relações entre os percentuais de frequência cardíaca máxima, consumo máximo de oxigênio e pico de velocidade em atletas de futebol e futsal, durante testes incrementais de campo e laboratório.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Determinar as relações entre os %FCmax e %VO<sub>2</sub>max derivadas do teste incremental contínuo realizado na esteira rolante em laboratório.
- b) Determinar as relações entre os %FCmax e %PV derivadas do teste incremental intermitente (TCar) realizado em campo.
- c) Formular equações de regressão a partir das relações obtidas entre %FCmax e %VO<sub>2</sub>max e entre %FCmax e %PV, respectivamente.
- d) Comparar as relações dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max e dos %FCmax e %PV derivadas de testes incrementais em laboratório e campo.
- e) Verificar o efeito do estado de treinamento aeróbio nas relações dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max e %FCmax e %PV.

## 1.3 Justificativa

Embora pareçam existir poucas dúvidas quanto à melhora do condicionamento físico alcançado por meio de um programa de treinamento, esses benefícios dependem de uma prescrição de exercício adequada, no que diz respeito a sua intensidade, duração, frequência e modalidade.

A intensidade do exercício prescrita indiretamente, normalmente se baseia na recomendação do *American College of Sports Medicine*, que preconiza para indivíduos não-idosos saudáveis, uma intensidade de exercício entre 60 e 70% do

consumo de oxigênio máximo estimado ( $VO_2\text{max}$ ), ou entre 70 e 85% da frequência cardíaca máxima medida ( $FC\text{max}$ ) no teste de esforço (TE). Esse fator parece ter um papel de destaque no resultado final alcançado (ACSM, 2007).

Nesse sentido, a ergoespirometria computadorizada veio proporcionar um avanço importante para o desenvolvimento dos programas de condicionamento físico, uma vez que possibilita avaliar, de maneira precisa, a capacidade cardiorrespiratória e metabólica, por meio da medida direta do  $VO_2\text{max}$ .

Esses limiares fornecem as intensidades de exercício em que predominam o metabolismo aeróbio (SKINNER, 1980), possibilitando uma prescrição individualizada e condizente com a intensidade do objetivo do treinamento físico.

O acesso pouco freqüente, o alto custo da avaliação ergoespirométrica, a preocupação com o princípio da especificidade para a prescrição e controle dos efeitos do treinamento, principalmente, quando se avaliam atletas altamente treinados (GUGLIELMO, 1998), faz com que os testes de esforço convencionais sejam mais utilizados que a ergoespirometria, na avaliação da capacidade funcional (RONDON, 1998).

Desta forma, a caracterização fisiológica e neuromuscular a partir dos testes de aptidão física/funcional deve reproduzir, sempre que possível, o gesto técnico e/ou aproximar-se o máximo possível da situação competitiva, preferencialmente aplicando-se os mesmos em ambiente conhecido dos atletas.

Contudo, são ainda insuficientes as informações na literatura sobre a relação dos índices fisiológicos obtidos no teste de campo (TCAR) e laboratório (esteira) em desportistas, ratificando a relevância da realização desta investigação.

Outro ponto a se considerar, é que o cálculo da relação entre a FC e o  $VO_2$  tem se baseado em dados obtidos em exercícios contínuos, como corridas submáximas em esteira rolante. A questão que se coloca, é se esta relação é válida para o futebol, uma atividade física na qual o padrão de movimento é intermitente.

Buscando verificar a relação do PV determinado no TCar com o valor do  $VO_2\text{max}$  e da FC obtidos nos testes de laboratórios, justifica-se a realização deste estudo, procurando tornar o TCar acessível aos preparadores físicos e técnicos como uma possibilidade de avaliação específica de índices fisiológicos, com baixo custo, fácil aplicação e, principalmente, segurança de interpretação dos índices identificados, verificando os mecanismos determinantes de cada um destes.



Tal abordagem pode colaborar para a expansão da utilização de conceitos tradicionalmente laboratoriais em situações práticas de avaliação de campo, apresentando maior validade ecológica.

#### **1.4 Hipóteses**

H1: Existem relações similares entre os %FCmax e %VO<sub>2</sub>max derivados do teste em laboratório e os %FCmax e %PV derivados do teste de campo.

H2: O estado de treinamento aeróbio interfere nas relações dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max e %FCmax e %PV derivados dos testes incrementais de laboratório e campo.

#### **1.5 Delimitação do estudo**

Fizeram parte deste estudo atletas do sexo masculino, de equipes profissionais de futebol de campo e futsal da cidade de Florianópolis, com idade entre 17 e 30 anos.

#### **1.6. Definição de variáveis**

##### **a) Consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max)**

Representa a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser captado e utilizado pelo corpo durante o exercício máximo (BASSETT; HOWLEY, 2000).

##### **b) Freqüência cardíaca máxima (FCmax).**

É o valor mais elevado de FC, obtido em um teste incremental de laboratório ou campo (KARVONEN, 1988).

**c) Pico de velocidade (PV).**

É a máxima velocidade alcançada em testes incrementais em campo ou laboratório. (AHMAIDI, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ )

A capacidade do ser humano para realizar exercícios de média e longa duração depende principalmente do metabolismo aeróbio. Portanto, um dos índices mais utilizados para avaliar esta capacidade é o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ) (AHMAIDI, 1990).

Segundo Bassett e Howley (2000), o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2max$ ) é definido como a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser absorvido e utilizado pelo organismo durante o exercício severo. É considerada uma das principais variáveis no campo da fisiologia do exercício, e comumente usada para indicar a aptidão cardiorrespiratória de um indivíduo.

Na literatura científica, um aumento no  $VO_2max$  é o método mais comum de demonstrar um efeito de treinamento. Além disso,  $VO_2max$  é freqüentemente usado na prescrição de exercício (BASSETT; HOWLEY, 2000).

Muitos dos conhecimentos aceitos e compreendidos recentemente, pertinentes ao  $VO_2max$ , foram introduzidos na fisiologia do exercício por intermédio dos estudos realizados por Hill e Lupton (1923) e Hill, Long e Lupton (1924), inclusive o termo “consumo máximo de oxigênio”, que foi criado por Hill e colaboradores na década de 20.

Existe consenso na literatura sobre o fato de o  $VO_2max$  ser o índice fisiológico que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório. O  $VO_2max$  representa a capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio para a produção aeróbia de energia e freqüentemente tem se utilizado o  $VO_2max$  para a prescrição e, principalmente, para o controle dos efeitos do treinamento (BILLAT et al., 1999; LAURSEN et al., 2002).

Recentemente tem sido discutido que o  $VO_2max$  pode ser determinado por fatores externos ao treinamento. Entre estes fatores, pode-se mencionar a influência exercida pela carga genética e o fato de que, apesar de variações importantes na

capacidade aeróbia e na *performance*, o  $VO_2\text{max}$  de atletas de alto nível aeróbio praticamente não sofre mudanças com o treinamento (DE-OLIVEIRA, 2004).

Apesar disso, o  $VO_2\text{max}$  não determina a *performance* nos esportes com características intermitentes (futebol, handebol, basquetebol, futsal, tênis), visto que estes apresentam características descontínuas, intercalando exercícios de diferentes intensidades, elevando a solicitação do metabolismo anaeróbio, assim como diferentes períodos de recuperação, em relação à duração e intensidade (BANGSBO, 1996; ALVAREZ, 2003).

Denadai (1996) destaca que os pequenos valores de correlação entre  $VO_2\text{max}$  e a *performance*, que podem existir principalmente em indivíduos altamente treinados, provavelmente pode ser atribuído ao fato de que o  $VO_2\text{max}$  nem sempre se modifica com o treinamento e/ou destreinamento. Contudo, nestas mesmas condições pode haver aumento ou diminuição da *performance*.

O  $VO_2\text{max}$  é o índice fisiológico que melhor representa a potência aeróbia, ou seja, é uma medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo (DENADAI, ORTIZ, MELLO, 2004; DE-OLIVEIRA, 2004).

Entretanto, apesar do  $VO_2\text{max}$  ser o parâmetro fisiológico que melhor expressa à potência aeróbia do indivíduo (BASSET, HOWLEY, 2000; SILVA, TORRES, 2002), em atletas de elite, e ainda que aconteçam importantes adaptações metabólicas e neuromusculares que possam determinar a melhora da *performance* aeróbia, a oferta central de oxigênio não permite que o  $VO_2\text{max}$  continue aumentando em função das adaptações provocadas pelo treinamento (DENADAI et al., 2004).

É importante ressaltar que um elevado  $VO_2\text{max}$  tem sido associado com a capacidade de recuperação entre esforços de alta intensidade, estando relacionado com a capacidade de ressintetizar fosfocreatina, assim como com a remoção de lactato (TOMLIN; WENGER, 2001; ALVAREZ, 2003).

Diversos trabalhos foram conduzidos procurando analisar o  $VO_2\text{max}$  em futebolistas (BANGSBO, NORREGARD E THORSSO, 1991; PUGA et al., 1993, STOLEN et al., 2005). Em sua maioria estes estudos encontraram valores variando entre 55 e 68  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , os quais são inferiores aos tradicionalmente encontrados com corredores de endurance, que ficam por volta de 70  $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Esses valores

mais elevados de  $VO_2\text{max}$  em atletas de endurance justificam-se devido às características de treinamento destes indivíduos, os quais trabalham prioritariamente a potência e a capacidade aeróbia.

## 2.2 Pico de velocidade (PV)

Outra variável que tem sido estudada para explicar mais claramente o desempenho aeróbio, assim como os efeitos do treinamento, é a máxima velocidade alcançada em testes incrementais em campo ou laboratório, a qual é encontrada a partir da determinação do PV (AHMAIDI, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004).

Considerando a importância do PV para a avaliação da potência aeróbia muitos são os testes de campo propostos para a determinação desta intensidade em condições específicas (LACOUR et al., 1991; AHMAIDI et al., 1992), reproduzindo a especificidade dos gestos motores realizados em competição, algo que geralmente não se obtém em testes laboratoriais. O PV representa a velocidade do último estágio, com ou sem correções (BERTHOIN et al., 1996; DE-OLIVEIRA, 2004).

O PV é um índice de fácil determinação sem a necessidade de técnicas invasivas e equipamentos sofisticados, avaliando conjuntamente os sistemas aeróbios e anaeróbios de fornecimento de energia (NOAKES, 1988).

Embora relacionado, o PV não deve ser interpretado como a velocidade associada ao  $VO_2\text{max}$ , pois o PV trata da velocidade com que o atleta finaliza o teste, sendo também determinado pela capacidade anaeróbia, potência muscular e habilidade neuromuscular de correr em altas velocidades (JONES; CARTER, 2000), enquanto que a  $vVO_2\text{max}$  corresponde à mínima velocidade em que há a ocorrência do  $VO_2\text{max}$  (BIILAT, 1994). Teoricamente, o PV pode ocorrer em cargas superiores a  $vVO_2\text{max}$ , em virtude de uma possível suplementação anaeróbia na determinação do PV e a ocorrência do platô no  $Vo_2$ .

O PV é um importante índice para o treinamento esportivo, pois está diretamente relacionado com a velocidade da potência aeróbia máxima ( $vVO_2\text{max}$ ). Entretanto, a sua determinação, assim como da  $vVO_2\text{max}$ , tem sido realizada em

sua maioria em esteira rolante, com protocolos contínuos em laboratório (NOAKES, 1988; BILLAT et al., 1999).

No entanto, considerando as vantagens da avaliação aeróbia a partir dos testes de campo, alguns estudos têm proposto a determinação desta intensidade (PV) em protocolos específicos que reproduzem os gestos motores realizados em competição (LACOUR et al., 1991; AHMAIDI et al., 1992; CARMINATTI et al., 2004).

No futebol e no futsal são freqüentes os estímulos supra- $VO_2$ max com participação anaeróbia, que determinam e requisitam freqüentes adaptações periféricas. Assim, apesar de o  $VO_2$ max estar associado com a distância total percorrida no futebol, esta variável parece não ser uma medida sensível de aspectos específicos do futebol ou futsal, como a capacidade de realizar exercícios intermitentes em alta intensidade (BANGSBO; LINDQVIST, 1992). Isto parece ocorrer devido à maior contribuição dos fatores centrais para as mudanças nos valores de  $VO_2$ max (BASSET; HOWLEY, 2000).

Por outro lado, o PV parece ser influenciado em maior proporção que a  $vVO_2$ max por adaptações periféricas e por componentes anaeróbios, tornando este índice uma alternativa para a prescrição de intensidades de treinamento em tais modalidades.

Procurando verificar a validade do PV para a avaliação da potência aeróbia, Berthoin et al. (1996) compararam o PV de 11 estudantes moderadamente ativos determinado em teste de campo e laboratorial. O teste de campo utilizado no estudo foi o proposto por Leger e Boucher (1980), da Universidade de Montreal (UMTT), que é realizado em uma pista de 400 metros, com velocidade inicial de  $6,0 \text{ km.h}^{-1}$  e incrementos de  $1,2 \text{ km.h}^{-1}$  a cada 2 minutos, em que o ritmo é determinado por sinal sonoro.

Já o teste de laboratório, foi iniciado com velocidade de  $6,0 \text{ km.h}^{-1}$  com incrementos de  $2,4 \text{ km.h}^{-1}$  a cada 4 minutos. Neste estudo, não foram observadas diferenças significativas entre o PV determinado no UMTT e a  $vVO_2$ max no TIE. Além disso, foram encontradas correlações altas entre os valores de PV com o valor de "r" variando entre 0,85 e 0,99.

Um teste que representa outra alternativa para a determinação da potência aeróbia máxima é o shuttle run 20m (SHT20), proposto por Leger e Lambert em 1982. Este teste tem a vantagem de avaliar grupos de sujeitos simultaneamente,

podendo ser realizado com relativa facilidade e necessidades mínimas de equipamento.

Porém o SHT20 não é um teste adequado para a estimativa das mudanças no  $VO_2$ max em jogadores de futebol ou para avaliar os efeitos de uma ação de treinamento, especialmente para atletas de alto nível. Resultado do padrão de atividade contínua do SHT20, que não representam verdadeiramente o perfil de atividade intermitente de futebol, pois as avaliações para esse tipo de modalidade devem conter pausas na sua execução (SVENSSON; DRUST, 2005).

A utilização do PV determinado em testes de pista ou esteira sem mudança de sentido parece ser uma alternativa aceita pelos pesquisadores para mensuração da potência aeróbia (NOAKES, 1988; LACOUR et al., 1991). Porém, os testes que apresentam mudanças de sentido em curtos espaços, com ou sem pausas entre os estímulos, não tem sido apresentados como boa alternativa para avaliação do pico de velocidade (BUCHHEIT, 2008).

### **2.3 Testes incrementais de campo**

Na avaliação da aptidão aeróbia, deverá ser levada em consideração a especificidade do teste aplicado, para que haja concordância e adequação entre o protocolo escolhido e os objetivos fixados pelo avaliador (CAZORLA, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004).

Vários protocolos de campo têm sido propostos para a determinação da aptidão aeróbia, consistindo de testes máximos de corrida de diferentes durações, distâncias e estágios, podendo ser contínuos ou descontínuos. A justificativa para a utilização de protocolos de campo é devido a sua fundamentação e sustentação ser baseada nos mesmos princípios que norteiam os testes aplicados em esteira rolante (CAZORLA, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004), tendo como diferencial sua maior validade ecológica (DE-OLIVEIRA, 2004).

Entre os testes de campo que têm sido mais utilizados para avaliação da potência aeróbia destaca-se o 20-m shuttle run test (SHT20) (LEGER e LAMBERT, 1982), o Yo-Yo intermittent endurance test e o Yo-Yo intermittent recovery test

(BANGSBO, 1992). Estes têm apresentado boa validade e reprodutibilidade (KRUSTRUP et al., 2003).

O SHT20 foi originalmente concebido por Leger e Lambert (1982) e modificado por Leger et al (1988) para estimar  $VO_2\text{max}$ . Mais tarde foi validado por Ramsbottom, Brewer e Williams (1988). O teste baseia-se na conclusão de estágios de repetidas corridas entre duas linhas de 20 m de distância, com a velocidade sendo incrementada a 1 minuto e controlada por sinais sonoros, sendo objetivo do teste completar o maior número possível de estágios.

O SHT20 tem a vantagem de avaliar várias pessoas ao mesmo tempo, poder ser realizada com relativa facilidade e necessidade de equipamentos mínimos. O desempenho no teste fornece apenas uma estimativa do  $VO_2\text{max}$ , ao contrário dos testes de laboratório, em que a medição do consumo de oxigênio é mais precisa. (SVENSSON E DRUST, 2005).

O  $VO_2\text{max}$  individual no SHT20 é baseado na velocidade final a que o avaliado chegou ao terminar o teste e prevista a partir da equação de regressão para sujeitos com 18 anos ou mais -  $VO_2\text{max} (\text{ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}) = (6,0 \times \text{velocidade máxima}) - 27,4$  (LEGER & GADORY, 1989).

Esta equação baseia-se na relação entre  $VO_2\text{max}$  e a velocidade máxima alcançada durante o último estágio. Correlações significativas entre o  $VO_2\text{max}$  estabelecido por meio de medições diretas sobre a esteira e desempenho no teste de 20-m shuttle foram relatados por Ramsbottom et al. (1988) ( $r = 0,92$ ) e Paliczka, Nichols e Boreham (1987) ( $r = 0,93$ ). O desvio-padrão da linha de regressão foi de  $3,5 \text{ ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ , o que indica que as previsões de  $VO_2\text{max}$  podem ser superestimadas ou subestimadas em até  $3,5 \text{ ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (SVENSSON E DRUST, 2005).

Bangsbo (1996) desenvolveu vários protocolos de teste de campo, concebidos para avaliar a capacidade de executar atividades intermitentes por períodos prolongados. Esse modelo de teste, denominado *Yo-Yo*, tem sido amplamente aceito para a mensuração da aptidão aeróbia em esportes intermitentes devido a sua elevada especificidade, principalmente em relação às pausas entre os estímulos. O *Yo-Yo intermittent endurance test*, por exemplo, consiste na realização de percursos de corrida em *vaivém* numa distância de 40m (2x20m entrecortados por curtos intervalos de pausa de 5s). Este modelo apresenta dois níveis, considerando o grau de condicionamento do avaliado, sendo que no nível 1 a



velocidade inicial é de  $8,0 \text{ km.h}^{-1}$ , que corresponde a percorrer 20 metros em 9,0s. Já no nível 2, o teste inicia com a velocidade de  $11,5 \text{ km.h}^{-1}$ , que corresponde a percorrer 20m em 6, 261s. O acréscimo na velocidade ( $0,5 \text{ km.h}^{-1}$ ) nos dois níveis ocorre regularmente a cada minuto.

O conceito de vaivém que foi usado por Bangsbo (1994) para elaborar uma avaliação mais específica para o futebol. Foi concebido para medir a capacidade de executar atividades intermitentes por períodos prolongados.

Outra versão de teste proposto por Bangsbo denomina-se *Yo-Yo intermittent recovery test*, que apresenta como principal diferença a adoção de pausas de 10s a cada 40m (2x20m). Além disso, a velocidade inicial no nível 1 é de  $10,0 \text{ km.h}^{-1}$  e a velocidade inicial no nível 2 é de  $13,0 \text{ km.h}^{-1}$  (BANGSBO, 1996).

A validade e a confiabilidade do *Yo-Yo intermittent recovery test*, foram estabelecidas por Krustup et al. (2003) em um estudo de jogadores de elite do futebol dinamarquês.

A utilização de uma distância fixa, 20m, apresenta-se como uma limitação em relação ao padrão de movimento dos atletas de certas modalidades. Outro inconveniente é a utilização de estágios irregulares, não permitindo a mensuração dos limiares de transição fisiológica, principalmente quando se utiliza métodos indiretos como o ponto de deflexão da frequência cardíaca para mensuração da capacidade aeróbia (KRUSTRUP, 2003).

Considerando a especificidade do *Yo-Yo* para modalidade de futebol, vale ressaltar que o teste citado tem como principal informação a distância percorrida, não fornecendo dados que possam ser transferidos para o treinamento da potência aeróbia máxima e da capacidade aeróbia.

Apesar de algumas limitações como um menor controle das condições ambientais, os testes de campo têm se apresentado como boas alternativas para ser utilizado pelos clubes, pois, além de ser mais específicos, necessitam de poucos equipamentos, permitindo também a avaliação de vários atletas em uma só bateria, o que diminui o tempo das avaliações e reduz os custos (MCMILLAN, 2004).

Contudo, é recomendado que seja verificada validade e reprodutibilidade do teste em diversos grupos, em relação à idade, gênero e modalidade. Para garantir a reprodutibilidade em testes de campo é fundamental que seja padronizada a superfície, e se possível condições ambientais similares (temperatura, umidade, velocidade do vento) (SVENSSON E DRUST, 2005).

Procurando fornecer subsídios mais detalhados para a prescrição do treinamento, Carminatti, Lima-Silva e De-Oliveira (2004) propuseram o TCar, que inclui na sua realização acelerações, desacelerações, mudanças de sentido e pausas intermediárias, considerado assim um teste específico para modalidades intermitentes.

O TCar apresenta velocidade inicial de  $9,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  (distância inicial de 15 m) com incrementos de  $0,6\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada estágio (90 s), até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1 m a partir da distância inicial, e apresenta como principais índices o pico de velocidade (PV) e o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), os quais estão associados à potência e a capacidade aeróbia, respectivamente.

A determinação destes dois índices (PDFC, PV) fornece subsídios para a prescrição do treinamento de forma individualizada e específica para atletas de modalidades intermitentes. Além disso, já foi demonstrado que o TCar apresenta alto grau de sensibilidade aos efeitos de treinamento em jovens atletas de futebol para indicadores de aptidão aeróbia (CARMINATTI et al., 2005).

Galloti e Carminatti (2008) analisaram a validade concorrente do TCar a partir do SHT20, que reúne boas evidências de validade e alto coeficiente de reprodutibilidade. Neste estudo foi encontrada correlação significativa entre os dois testes nos valores de FCmax ( $r=0,90$ ;  $p\leq 0,01$ ) e PV ( $r=0,93$ ;  $p\leq 0,01$ ). Em adição, foi encontrada uma diferença média de  $2,4\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  no PV, superior no TCar, que pode ser atribuída às pausas intermediárias e a distância variável (15 a 32m) durante o TCar, exigindo dos atletas uma aceleração menor em cada início de corrida e/ou na retomada de velocidade após cada mudança de sentido, principalmente nas velocidades mais altas do protocolo, proporcionando ao TCar maior poder de discriminação de performance (GALLOTI, CARMINATTI, 2008).

## **2.4 Frequência Cardíaca**

A frequência cardíaca (FC) é, sem dúvida, o parâmetro mais utilizado para avaliar as respostas cardiovasculares ao exercício e sua recuperação, por ser de fácil aferição e demandar baixo custo (SILVA et al, 2007).

Freedson (1988) ressalta que o princípio fisiológico que norteia esse método decorre do fato de que os aumentos observados na FC estão relacionados à intensidade e à duração do trabalho físico realizado.

Mohr et al. (2004) avaliando a intensidade de um jogo de futebol, adotaram como FCmax dos atletas o maior valor de FC encontrado nos mesmos durante os jogos avaliados.

A equação 220-idade tem sido freqüentemente utilizada para a estimativa da FCmax devido à sua simplicidade e praticidade para a prescrição de atividades físicas (TANAKA et al., 2001). Porém, a validade desta equação é bastante questionada por vários autores, os quais sugerem que existe um erro entre 10 a 12 bpm quando a mesma é utilizada para estimativa da FCmax (ACSM, 2007)

A FCmax pode ser utilizada como um parâmetro de referência no cálculo da intensidade máxima de esforço a ser realizada, devido a relação linear observada entre a FC e o  $VO_2$ max em atividades com intensidade progressiva (MILLER et al., 1993). Em função desta relação, admite-se que a uma determinada intensidade de esforço, %FCmax corresponda a um determinado % $VO_2$ max (LONDEREE et al., 1995). Além disto, pela diminuição da FCmax e aumento da FC de repouso com o aumento da idade, sugere-se que a intensidade de esforço expressa como %FCmax seja um bom indicativo desta intensidade minimizando erros no monitoramento e prescrição da atividade física (KARVONEN; VUORIMAA, 1988).

A FC é susceptível de ser a variável mais utilizada como uma base para prescrever a intensidade do exercício aeróbio em programas de treinamento, uma vez que está estreitamente relacionada com o consumo máximo de oxigênio, é normalmente expressa em %FC ou %FCreserva (FCmax menos FC de repouso) (ROBERGS, 2002).

Essa relação permite estimar o comportamento de uma variável em função da outra. Ou seja, quando um indivíduo se exercita em um dado percentual de seu  $VO_2$ max, ele exhibe um percentual correspondente de sua FCmax. O American College of Sports Medicine (2007) recomenda que a intensidade do esforço para aprimoramentos na aptidão cardiorrespiratória deva situar-se entre 55% e 90% da FCmax (50 a 85% do  $VO_2$ max).

Além da sua relação com o  $VO_2$ max, um aspecto que favorece a utilização da FC na prescrição e controle da intensidade do exercício, é por se tratar de um

indicador facilmente mensurável em esforços de natureza variada. Nesse sentido, cabe notar que uma estratégia que se utiliza frequentemente em prescrição do exercício é estimar a FCmax com uso de equações preditivas. Esse procedimento, porém, pode apresentar margens de erros inaceitáveis na determinação da intensidade do exercício (TANAKA, 2000).

Entretanto, muitos aspectos podem influenciar na obtenção da FCmax. Embora alguns desses aspectos, como temperatura e umidade relativa do ar, possam ser controlados em situações laboratoriais, quando o treinamento é aplicado em campo torna-se difícil. Algumas das variáveis sobre as quais se perde o controle, por outro lado, têm potencial de influenciar as respostas de FC durante o exercício. Deduz-se que as diferenças entre situações de campo e de laboratório podem afetar o comportamento da FC e, por conseguinte, sua relação com os percentuais específicos do VO<sub>2</sub>max. Podem ter como consequência sub ou superestimativas da intensidade real de esforço trabalhada (SANTOS, 2005).

A frequência cardíaca aumenta de forma linear, progressivamente e proporcionalmente à quantidade de trabalho realizado, até que seja atingido um valor máximo que não pode ser superado em um esforço conjunto, até o ponto de exaustão (WILMORE, 2005). Esse ponto é chamado de FCmax e representa uma importante variável fisiológica durante o esforço máximo para avaliar um teste ergométrico (ACSM, 2007).

A FC pode ser utilizada como um parâmetro de referência no cálculo da intensidade máxima de esforço a ser realizada, devido a relação linear observada entre a FCmax e o VO<sub>2</sub>max em atividades com intensidade progressiva (MILLER *et al.*, 1993). Em função desta relação, admite-se que a uma determinada intensidade de esforço %FCmax corresponda a um determinado %VO<sub>2</sub>max (LONDEREE *et al.*, 1995).

Além disto, pela diminuição da FCmax e aumento da FC de repouso com o aumento da idade, sugere-se que a intensidade de esforço expressa como %FCmax seja um indicativo desta intensidade minimizando erros no monitoramento e prescrição da atividade física (KARVONEN; VUORIMAA, 1988).

Segundo Camarda *et al* (2008), a literatura é controversa em relação à utilização da FCmax a partir de equações. Alguns estudos mostram uma forte correlação entre a FCmax medida e a FCmax predita, enquanto que em outros esta correlação é fraca, isso pode ser parcialmente atribuída a variações nas condições

experimentais, como o tipo de população, pequena dimensão da amostra, avaliação em diferentes protocolos, equipamentos para análise e ergómetro utilizado.

Muitos estudos têm verificado que a FC e o  $VO_2$  são linearmente relacionados nas diversas intensidades submáximas de exercício (ACHTEN, 2003; DALECK, 2006; LOUNANA, 2007). Com base nesta relação, tem-se proposto que a regressão linear entre as percentagens do  $VO_{2max}$  ( $\%VO_{2max}$ ) e da frequência cardíaca máxima ( $\%FCmax$ ) pode ser útil para a prescrição da intensidade do exercício.

A utilização das equações permite que a intensidade de exercício possa ser prescrita com base no  $\%FCmax$ , ao invés do  $\%VO_{2max}$ , que requer complicadas e caras análises de gases (PANTON, 1996; CAPUTO et al, 2005)

## **3 MÉTODOS**

### **3.1 Sujeitos do estudo**

A seleção dos participantes foi do tipo não probabilística intencional, sendo composta por 27 atletas de futebol de campo e por 19 atletas de futsal masculino, de equipes profissionais da cidade de Florianópolis-SC.

### **3.2 Procedimentos da coleta de dados**

Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados, todos os atletas selecionados para o estudo foram informados sobre os objetivos, a metodologia e os riscos envolvidos na pesquisa, para então assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo o mesmo aprovado e protocolado sob os números 384/07 e 224/08.

A coleta de dados foi dividida em duas avaliações. Foi adotado um intervalo mínimo de 48 horas entre os dois testes e sempre realizados no mesmo período do dia para minimizar a interferência das variações biológicas.

### **3.3 Protocolo de Laboratório**

#### **Protocolo de determinação do $VO_2\max$**

O  $VO_2\max$  foi determinado utilizando-se um protocolo progressivo máximo, em esteira rolante (Imbramed Millenium®, modelo Super ATL, 10.200). O teste teve velocidade inicial de  $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , inclinação fixa de 1%, com incrementos de carga de  $1,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a cada estágio, o qual teve a duração de três minutos.

A inclinação da esteira foi mantida constante em 1% durante o protocolo, pois representa o melhor custo energético da corrida em ambientes abertos (JONES; DOUST, 1996; DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004).

O  $\text{VO}_2$  foi mensurado respiração a respiração durante todo o protocolo a partir do gás expirado (K4b2, Cosmed®, Roma, Itália), sendo os dados reduzidos às médias de 15 segundos.

O  $\text{VO}_2\text{max}$  foi considerado como o maior valor obtido correspondente ao último estágio completado durante o teste e a velocidade associada a esse estágio final foi denominada como  $v\text{VO}_2\text{max}$ .

A análise da curva do lactato não foi objeto deste estudo, entretanto, ao final de cada estágio foi realizado um intervalo de 30s para a coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2003). Em função da cinética do  $\text{VO}_2$  sofrer influência destas pausas, o presente estudo não seguiu o critério estabelecido por Billat (1994) para a determinação da  $v\text{VO}_2$ , como sendo a mais alta velocidade alcançada durante o teste. No estudo, a  $v\text{VO}_2$  foi determinada como sendo a velocidade obtida no último estágio terminado.

Para considerar se os indivíduos atingiram o  $\text{VO}_2\text{max}$  durante o teste, foram adotados os critérios descritos a seguir, dos quais pelo menos dois deveriam ser alcançados:

- a) Razão de trocas respiratórias (R), superior ou equivalente ao valor de 1,15 (DUCAN et al., 1997; BASSET; HOWLEY, 2000).
- b) Valores de FC no final do teste, maiores ou iguais a 90% da  $\text{FCmax}$  predita pela equação de Karvonen et al. (1957) ( $\text{FCmaxima prevista} = 220 - \text{idade}$ ).
- c) Respostas de lactato sanguíneo maiores que 8 mmol L<sup>-1</sup> no final do teste (KUIPERS et al., 1985; DUCAN et al., 1997; BASSET; HOWLEY, 2000).

Os valores absolutos de  $\text{VO}_2$  e FC do teste de laboratório foram obtidos a partir da média dos 30s finais de cada estágio do protocolo e expressos na forma relativa (% dos valores máximos).

### 3.3.1 Calibração

A calibração do analisador de gás (K4b2, Cosmed, Roma, Itália) foi sempre realizada, antes de cada teste, de acordo com as recomendações do fabricante obedecendo à seguinte seqüência:

- 1) Calibração do ar ambiente: consiste em utilizar uma amostra do ar ambiente para comparação dos valores de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> atmosféricos (0,03% para CO<sub>2</sub> e 20,93% para O<sub>2</sub>).
- 2) Calibração do gás: consiste em enviar para o analisador de gás uma amostra de gás do cilindro (16% de O<sub>2</sub> e 5% de CO<sub>2</sub>).
- 3) Calibração da turbina: consiste em mensurar o volume de uma seringa de três 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.

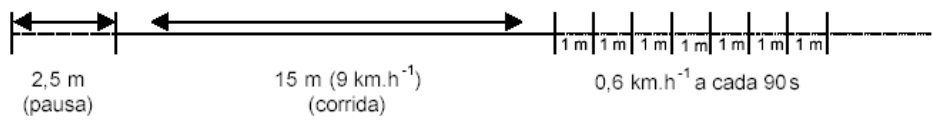
### 3.4 Protocolo de campo

#### Protocolo de determinação do PV

O PV foi determinado utilizando-se um teste incremental intermitente de campo (TCar).

Este teste é incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multiestágios de 90 segundos de duração, em sistema “ida-e-volta”, constituído de 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada ( $\pm 5$  metros). O ritmo é 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 velocidade de  $9,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  (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 1 (CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004).





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

A velocidade do último estágio do teste foi denominada como PV e, nos casos em que o avaliado não completou o estágio, a velocidade foi corrigida pela equação de Kuipers et al. (1985).

$$PV \text{ (km.h}^{-1}\text{)} = v + (a / b)$$

Onde:  $v$  = velocidade do último estágio completo;  $a$  = n° voltas realizadas no estágio incompleto e  $b$  = n° total de voltas previstas para o estágio incompleto.

Foram obtidos os valores absolutos de FC e velocidade, referentes ao final de cada estágio do protocolo do teste de campo (TCar), e expressos na forma relativa ao % da FCmax e PV, respectivamente.

### 3.5 Determinação da frequência cardíaca

Nas duas avaliações (testes incrementais de laboratório e campo) a FC foi monitorada durante todo o teste por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar®, modelo S610i, permitindo o registro da resposta da FC a cada 5s. A FCmax foi considerada como o maior valor obtido durante os dois testes respectivamente.

### 3.6 Tratamento Estatístico

Inicialmente foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ) para verificar a distribuição dos dados. Os valores médios de  $VO_2$  e FC obtidos nos 30s finais de cada estágio do teste de laboratório e os valores de FC obtidos no final de cada estágio do teste de campo (TCar), foram apresentados na forma absoluta e relativa (%FCmáx), respectivamente.

Os dados de caracterização da amostra e as variáveis fisiológicas foram tabulados utilizando-se a estatística descritiva, sendo expostos na forma de média, desvio-padrão e o coeficiente de variação na forma relativa.

A regressão linear dos dados obtidos a partir do teste de laboratório, foi realizada para cada indivíduo usando os pares de pontos de %FCmáx e o % $VO_2$  máx do final de cada estágio, utilizando o % $VO_2$ max como variável independente (equação 1). Da mesma forma, com os dados obtidos do TCar, sendo que a regressão linear foi realizada com os valores %FCmáx e %PV, utilizando o %PV como variável independente (equação 2).

Com o objetivo de avaliar os efeitos do estado de treinamento aeróbio, os atletas foram divididos pelo critério de  $VO_2$ max em 2 grupos representativos dos extremos da curva normal: percentil  $\leq 33,33$  (G1 = pouco treinados) e percentil  $\geq 66,66$  (G2 = bem treinados).

Para comparar os valores de %FCmáx correspondentes a 60%, 70%, 80% e 90% do  $VO_2$ max de cada indivíduo gerados pelas equações 1 e 2, FCmax, PV e  $vVO_2$  nos testes incrementais utilizou-se o teste “t” de Student para amostras pareadas. Para comparar o G1 vs G2, utilizou-se o teste “t” de *Student*, para amostras independentes.

Para verificar as correlações entre variáveis do estudo foi utilizado o teste produto momento de Pearson.

Em todos os testes estatísticos foi adotado o nível de significância de 5% (programa SPSS® v. 15.0).

## 4 RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os dados descritivos do grupo de atletas de futebol e futsal avaliados:

**Tabela 1** – Características da amostra estudada.

Característica	Média	DP	CV(%)
Idade (anos)	19,2	3,03	15,8
Estatura (cm)	178,0	5,95	3,3
Massa corporal (Kg)	73,8	7,49	10,1
% Gordura	11,8	2,92	24,7

A tabela 2 demonstra que, em ambiente laboratorial, as concentrações de lactato sanguíneo mensuradas logo após o término do teste foram elevadas ( $12,6 \pm 4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ), assim como os valores máximos de razão de troca respiratória registrados ( $1,12 \pm 0,05$ ), critérios que confirmam que os avaliados realizaram um teste máximo.

A FCmax máxima alcançada durante os testes incrementais máximos, em ambas as situações, no TCar ( $196 \pm 7 \text{ bpm}$ ) e no laboratório ( $191 \pm 9 \text{ bpm}$ ), foram superiores a 90% da FCmax prevista para a idade:  $201 \pm 3 \text{ bpm}$ , indicando que mais um critério de teste máximo foi atingido.

**Tabela 2** – Variáveis fisiológicas dos sujeitos obtidos nos testes incrementais.

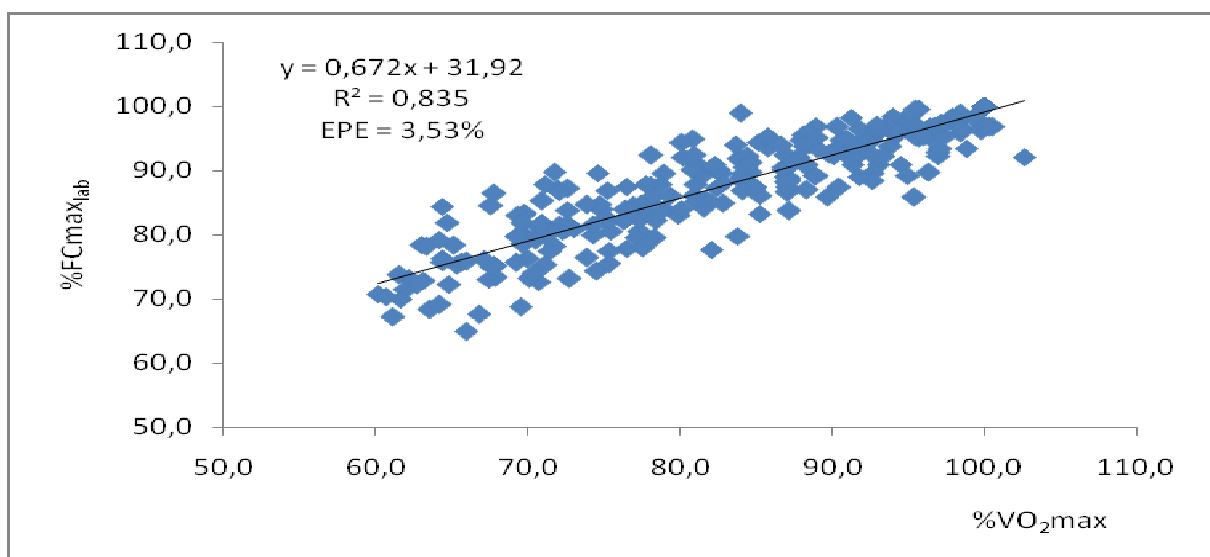
Característica	Média	DP	CV(%)
PV ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	16,3	1,06	6,5
$v\text{VO}_2$ ( $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ )	16,3	1,38	8,5
FCmax <sub>TCar</sub> (bpm)	196	7,26	3,7
FCmax <sub>TCar</sub> prevista (%)	97,5	3,34	3,4
FCmax <sub>lab</sub> (bpm)	191*	9,10	4,8
FCmax <sub>lab</sub> prevista (%)	95,1	4,44	4,7
$\text{VO}_2\text{max}$ ( $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ )	62,4	6,24	10,0
LAm <sub>ax</sub> ( $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ )	12,6	4,0	32,0
Rmax	1,1	0,05	4,5

$\text{VO}_2\text{max}$  = consumo máximo de oxigênio; FCmax = frequência cardíaca máxima; [La]max = lactato sanguíneo máximo; Rmax = razão de troca respiratória máxima. (\*  $p < 0,05$ )

Os dados de FCmax nos testes incrementais de campo, foram analisados e apresentaram diferença maior para a FCmax do teste de campo ( $p < 0,05$ ) e correlação significativa ( $r = 0,557$ ). No entanto, não foi encontrada diferença entre PV e  $vVO_2$  ( $p < 0,712$ ) e uma correlação significativa ( $r = 0,646$ ).

Os valores de FC e  $VO_2$  de cada estágio do protocolo encontrados no laboratório foram normalizados pelo  $\%FC_{max_{lab}}$  e  $\%VO_{2max}$ , respectivamente. Aos valores normalizados, ajustou-se uma equação linear para  $\%FC_{max_{lab}}$  com o  $\%VO_{2max}$  (eq. 1), visualizado no gráfico da figura 2.

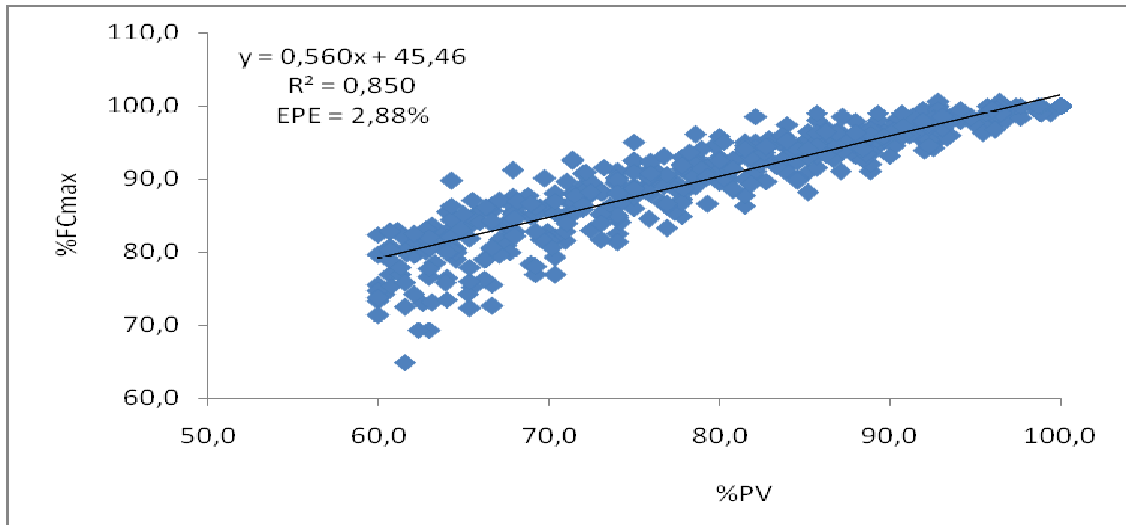
**Equação 1:**  $\%FC_{max_{lab}} = (\%VO_{2max} * 0,672) + 31,92$



**Figura 2** – Valores individuais de  $\%FC_{max}$  em função do  $\%VO_{2max}$  no teste de laboratório, ajustados por equação linear.

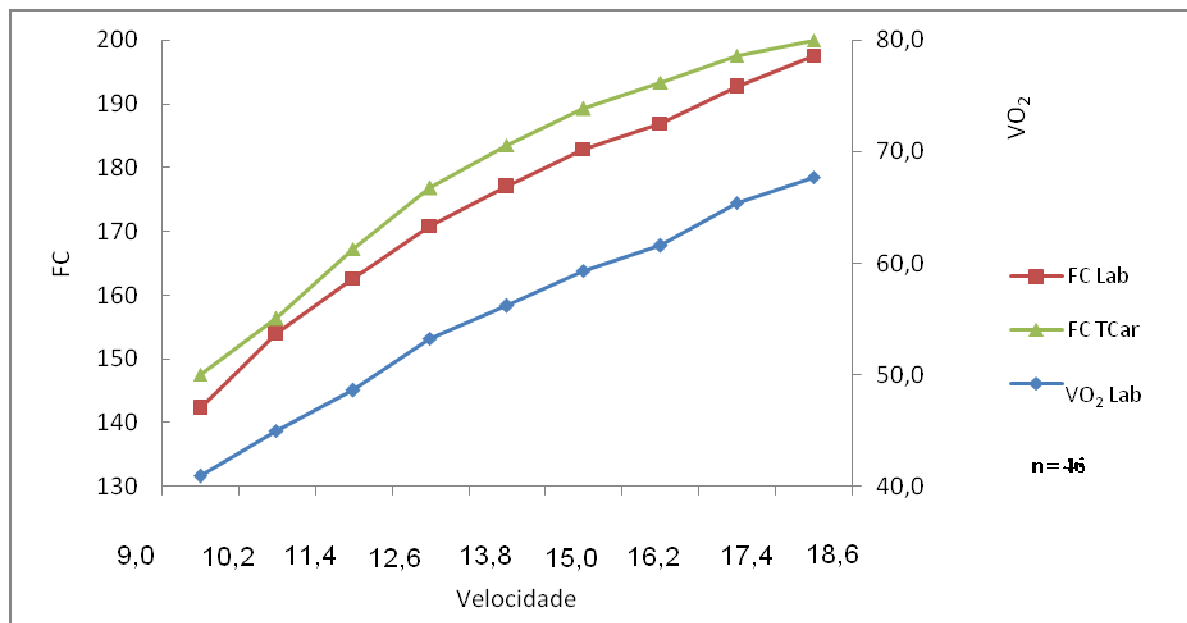
Os valores de FC para cada velocidade do protocolo do TCar foram normalizados pelo  $\%FC_{max_{TCar}}$  e  $\%PV_{TCar}$ , respectivamente. Aos valores normalizados, ajustou-se uma equação linear para  $\%FC_{max_{TCar}}$  com o  $\%PV_{TCar}$  (eq. 2), visualizado no gráfico da figura 3.

**Equação 2:**  $\%FC_{max_{TCar}} = (\%PV_{TCar} * 0,560) + 45,46$



**Figura 3** – Valores individuais de %FCmax em função do %PV, obtidos no teste TCar, ajustados por equação linear.

Para ilustrar o comportamento das respostas de FC e  $VO_2$  durante o teste de laboratório e a FC no Teste TCar, os valores médios foram plotados para as mesmas velocidades obtidas em ambos os testes (figura 4).



**Figura 4** – Valores médios de frequência cardíaca e consumo de oxigênio, plotados em função das velocidades de corrida nos teste incrementais de laboratório e campo.

Como pode ser observado na figura 4, a resposta da FC nos dois testes teve um comportamento similar em função do incremento de velocidade, com valores

médios ligeiramente maiores no teste de campo. O comportamento do  $VO_2$  vs. FC corroborou a literatura, demonstrando aumento linear durante a realização do teste.

Na tabela 3, apresenta-se os valores de correlação entre %FCmax vs. % $VO_2$ max determinados no laboratório e %FCmax vs. %PV determinados no TCar. Consta-se que os valores encontrados foram altos e significantes.

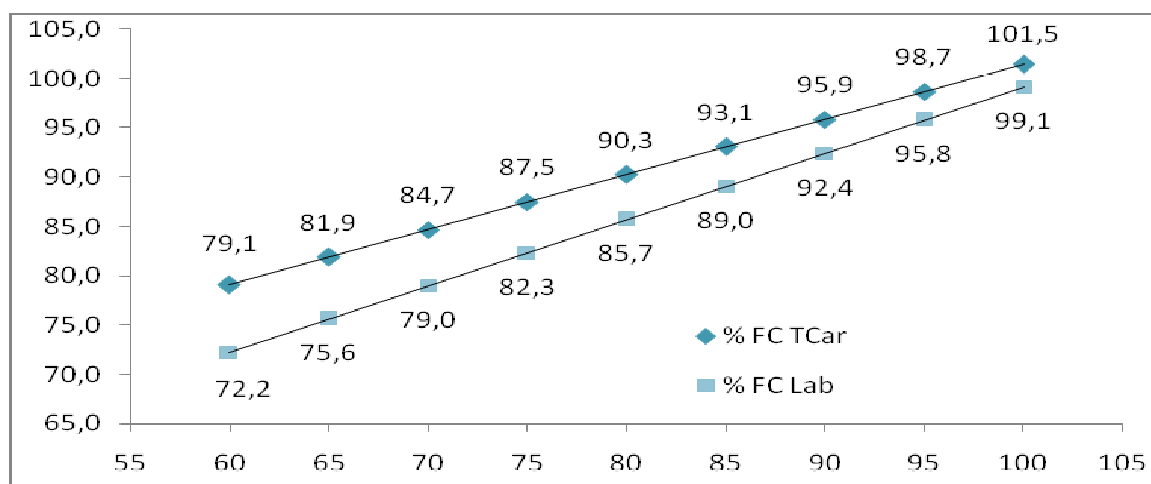
**Tabela 3** – Correlação de “r” para %FCmax vs. % $VO_2$ max no teste<sub>lab</sub> e para %FCmax vs. %PV no teste<sub>TCar</sub>, gerados para cada velocidade dos respectivos protocolos.

Variáveis	%FCmax <sub>lab</sub>	%FCmax <sub>TCar</sub>
% $VO_2$ max	0,912*	----
%PV <sub>TCar</sub>	----	0,925*

\* (p < 0,01)

A partir das duas equações propostas no presente estudo, foi possível determinar os valores individuais de FC referentes às intensidades de exercícios comumente utilizados na prescrição de treinamento: 60, 70, 80 e 90% do  $VO_2$ max e PV<sub>TCar</sub> (tabela 4, no apêndice).

Para um mesmo percentual de intensidade de exercício foram estimados os valores de %FCmax pelas equações 1 e 2 os quais estão plotados na figura 5.



**Figura 5**– Visualização dos valores de %FCmax estimados pela Eq.1 (laboratório) e valores de %FCmax estimados pela Eq.2 (TCar) para um mesmo percentual de intensidade de exercício.

Dadas as diferenças na resposta de %FCmax entre os testes, e com o intuito de estimar respostas equivalentes de %FCmax em sessões de treino baseados em %PV<sub>TCar</sub>, foi gerada uma 3ª equação a partir da fusão das equações 1 e 2.

**Equação 3:**  $\%VO_2\text{max} = [(0,560 * \%PV) + 13,54] / 0,672$

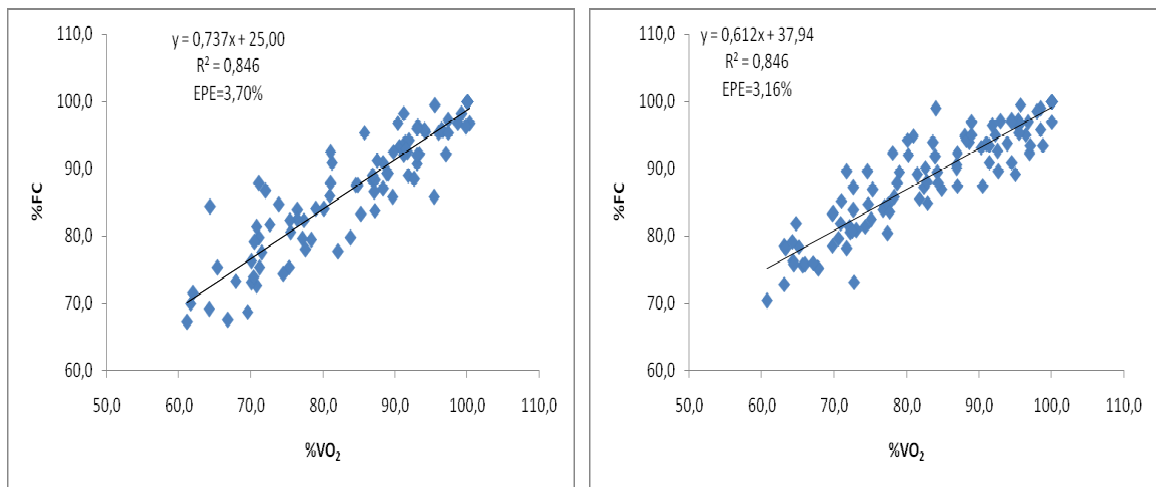
Na tabela 5 são apresentados valores de %VO<sub>2</sub>max calculados pela equação 3, a partir dos %PV referentes às intensidades de exercícios comumente utilizados em sessões de treinamento.

**Tabela 5** – Valores de %FCmax equivalentes a partir de %PV e %VO<sub>2</sub>max, respectivamente:

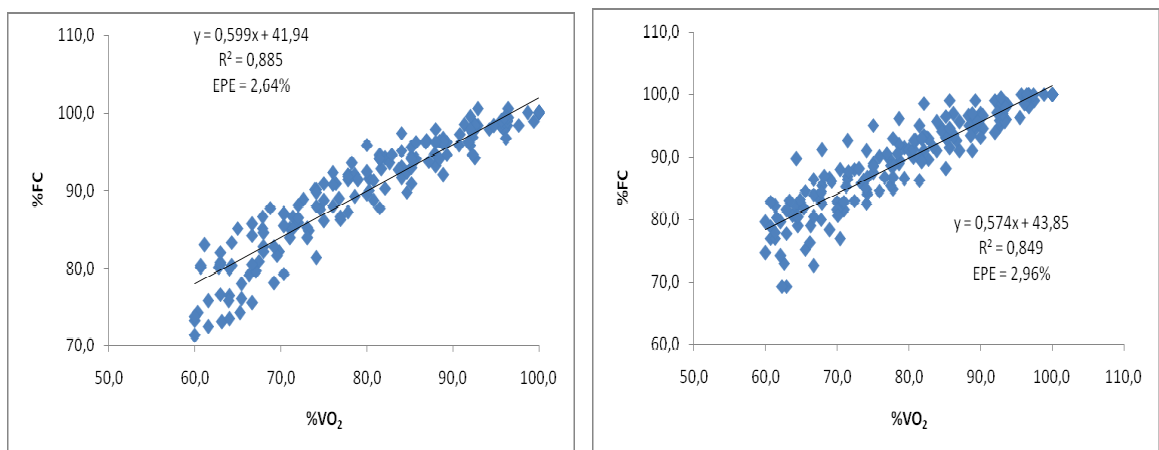
%PV	%VO <sub>2</sub> max	%FCmax Eq.2	%FCmax Eq.3
60	70,1	79,1	79,1
65	74,3	81,9	81,9
70	78,5	84,7	84,7
75	82,6	87,5	87,5
80	86,8	90,3	90,3
85	91,0	93,1	93,1
90	95,1	95,9	95,9
95	99,3	98,7	98,7
100	103,5	101,5	101,5

Foi encontrada uma diferença em média de 6,8% entre %PV e %VO<sub>2</sub>max, variando de 10,1 (%60) e reduzindo para 3,5 (%100).

Para observar os efeitos do estado de treinamento aeróbio, os atletas foram separados em dois grupos pelo critério de VO<sub>2</sub>max, representativos dos extremos da curva normal: G1 = pouco treinados, n=16 (VO<sub>2</sub>max = 55,1 ± 2,0 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>) e G2 = bem treinados, n=16 (VO<sub>2</sub>max = 69,2 ± 2,3 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>), conforme figuras 6 a 9.



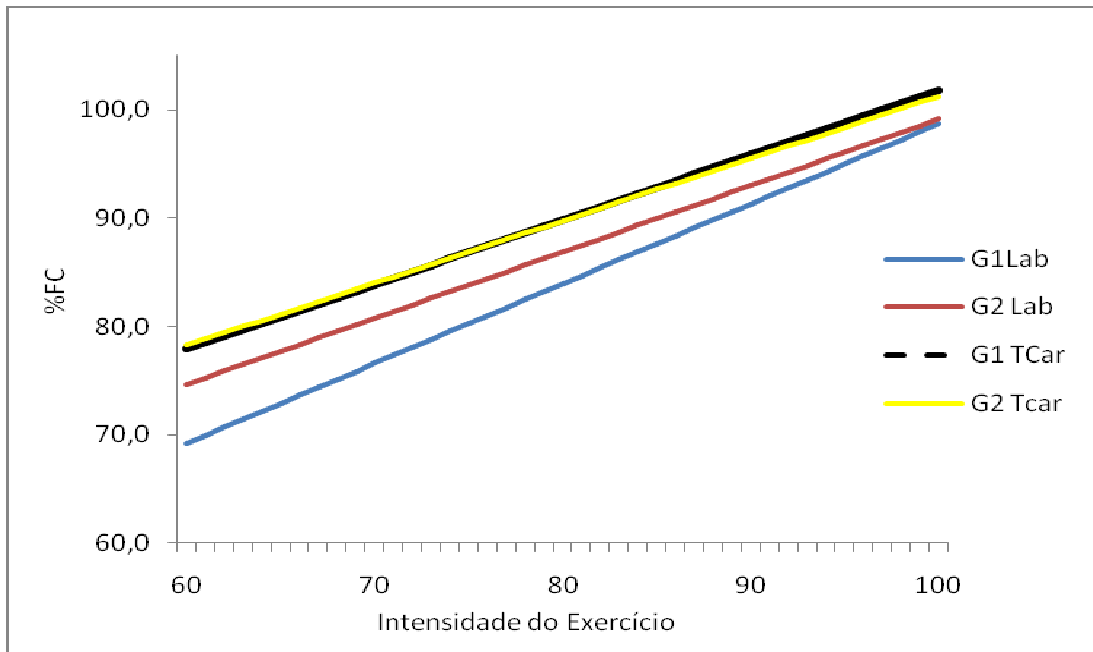
**Figuras 6 e 7** — Valores individuais de %FCmax em função do %VO<sub>2</sub>max do teste de laboratório, ajustados pelas equações lineares do G1 e G2 respectivamente.



**Figuras 8 e 9** — Valores individuais de %FCmax em função do %PV do teste de campo, ajustados pelas equações lineares do G1 e G2 respectivamente.

Na figura 10 são apresentadas as respostas dos %FCmax, plotadas em função de intensidades de exercícios de 60 a 100% nos dois grupos, geradas pelas equações de regressão linear mostradas nas figuras 6 a 9.





**Figura 10** – Visualização dos valores de %FCmax estimados pela Eq.1 e valores de %FCmax estimados pela Eq.2 para um mesmo percentual de intensidade de exercício.

Como pode ser observado na figura 10, a comparação dos valores %FCmax, entre os grupos G1<sub>Lab</sub> e G2<sub>Lab</sub>, não foi encontrada uma diferença significativa ( $p=0,105$ ). Em relação aos valores de %FCmax entre os grupos G1<sub>TCar</sub> e G2<sub>TCar</sub>, também não houve diferença significativa ( $p=0,947$ ).

## 5 DISCUSSÃO

Entre os principais resultados do presente estudo, destaca-se a relação dos %PV e %VO<sub>2</sub>max, obtidos pela equação 3 ( $\%VO_2\text{max} = [(0,560 * \%PV) + 13,54] / 0,672$ ). Com esta relação é possível estimar os valores de %VO<sub>2</sub>max, utilizando os valores de %PV obtidos no teste TCar. Em adição, os valores submáximos do PV estão fortemente associados com os valores submáximos do VO<sub>2</sub>max, que é a medida padrão ouro para avaliação da aptidão aeróbia (BASSET, HOWLLEY, 2000).

De nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que investigou a relação entre as respostas submáximas do PV determinado em um teste de campo (TCar) com os %VO<sub>2</sub>max, ratificando a importância deste estudo, principalmente no que se refere a avaliação e prescrição do treinamento aeróbio em modalidades intermitentes. Este conhecimento é fundamental para técnicos e preparadores físicos, pois os testes de campo são tradicionalmente os mais utilizados pelos profissionais, devido a sua fácil operacionalidade, baixo custo e aplicação simples (AHMAIDI et al., 1992; BERTHOIN et al., 1996; KRUSTRUP et al., 2003; ÁLVAREZ, 2003; CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2004). Contudo, umas das críticas inerentes à utilização dos testes de campo é o fato destes apresentarem menor precisão que os de laboratório (CURREL, JEUKENDRUP, 2008), porém, os achados deste estudo ratificam a validade ecológica do teste de campo (TCar) para a avaliação e prescrição do treinamento aeróbio em modalidades intermitentes.

É importante ressaltar que este estudo investigou as relações em atletas de futebol e futsal de equipes profissionais. A elevada aptidão física dos atletas investigados pode ser observada a partir dos valores médios de VO<sub>2</sub>max ( $64,2 \pm 5,51 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ). Os dados de VO<sub>2</sub>max encontrados no presente estudo estão de acordo com os achados na literatura para atletas de futebol de elite, variando entre 56 e 69 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (REILLY, 1996; FERNANDES DA SILVA et al., 2009). Por outro lado, os valores são mais elevados que os encontrados por Alvarez e Alvarez (2003) ( $51,35 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e por Leal Jr. et al. (2006) ( $55,7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) e similares aos reportados por Castagna et al. (2009) ( $64,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ ) em atletas profissionais de futsal.

Com relação ao PV ( $16,3 \pm 1,06 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), foi similar ao encontrado por Piasecki (2006), em jogadores profissionais de futebol ( $16,8 \pm 1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Carminatti et al.

(2004), avaliando atletas de futebol da categoria juvenil e junior, encontraram respectivamente ( $16,0 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$  e  $16,7 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$ ). Por outro lado, os valores de PV deste estudo são superiores aos encontrados por Fernandes da Silva et al. (2008) em árbitros de futebol ( $15,1 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$ ).

No presente estudo, os valores de FCmax (tabela 2) determinados no teste de laboratório ( $191 \pm 9 \text{ bpm}$ ) foram inferiores ( $p < 0,05$ ) aos obtidos no teste TCar ( $196 \pm 7 \text{ bpm}$ ). Esta diferença pode ser explicada pelo fato de que o TCar é intermitente (acelerações e desacelerações constantes) e realizado em situação de campo, com maior validade ecológica e motivação (avaliação coletiva). Estes dados corroboram com a pesquisa realizada por Esposito et al. (2004), que citaram a interferência do tipo do protocolo na determinação da FCmax, principalmente no que concerne às variações ambientais (temperatura, umidade, efeito do vento, tipo de terreno). Contudo, foi encontrada correlação significativa ( $r = 0,557$ ;  $p < 0,05$ ) entre as FCmax nos dois protocolos (TCar vs. laboratório), demonstrando que os indivíduos foram submetidos ao esforço máximo nas duas situações.

Em relação aos valores de  $PV_{\text{TCar}}$  ( $16,3 \pm 1,06 \text{ km.h}^{-1}$ ) e a  $v\text{VO}_{2\text{lab}}$  ( $16,3 \pm 1,38 \text{ km.h}^{-1}$ ) (Tabela 2), não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) e foi encontrada correlação significativa ( $r = 0,646$ ;  $p < 0,05$ ), sugerindo que o  $PV_{\text{TCar}}$  representa uma boa aproximação da  $v\text{VO}_2$ , nas condições desse estudo. Por outro lado, Lacour et al. (1991) estudando o Montreal University Track Test (MUTT), que apresenta características contínuas, verificaram que o PV foi significativamente mais elevado ( $p < 0,03$ ) que a velocidade referente ao  $\text{VO}_2\text{max}$  determinada na esteira rolante em 32 corredores bem treinados (8 mulheres e 24 homens). Entretanto, estas duas variáveis foram significativamente correlacionadas ( $r = 0,92$ ). Desta forma, é importante ressaltar que mesmo o TCar sendo um teste intermitente com constantes mudanças de sentido, parece que o fato de ele apresentar pausas e o aumento na velocidade ser realizado a partir do acréscimo na distância permite que o PV deste teste seja semelhante a  $v\text{VO}_2\text{max}$  determinada no laboratório.

A relação entre  $\% \text{VO}_2\text{max}$  e  $\% \text{FCmax}$  (figura 2) tem sido amplamente investigada, existindo estudos que analisaram os efeitos do modo exercício, do gênero e do nível de aptidão aeróbia (CAPUTO et al., 2005). No presente estudo, foi possível estabelecer a equação 1:  $\% \text{FCmax}_{\text{lab}} = (\% \text{VO}_2\text{max} * 0,672) + 31,92$ . Esta equação, que apresenta um EPE de 3,53% e um  $R^2 = 0,835$ , permite estimar os valores submáximos de FC a partir dos valores de  $\text{VO}_2$ . Confirmando os dados

obtidos, alguns estudos - Swain (1994, 1998), Branco (2004), Caputo et al. (2005) e Lounana et al. (2007) - encontraram para os valores de 60, 70, 80 e 90% do  $\text{VO}_2\text{max}$  os respectivos valores de 72, 79, 82 e 85 %FCmax.

Swain et al. (1998) apontam que a maioria dos estudos utilizaram o %FCmax como variável independente na determinação da regressão linear, podendo deste modo aumentar o erro de predição da intensidade do exercício. Neste estudo optou-se pela utilização do % $\text{VO}_2\text{max}$  como variável independente, permitindo a predição do %FCmax com o objetivo de prescrever a intensidade de exercício.

Outra relação investigada em nosso estudo foi entre o %FCmax e %PV obtido no teste de campo (figura3). Desta forma, foi estabelecida a equação 2:  $\%FC\text{max}_{\text{TCar}} = (\%PV_{\text{TCar}} * 0,560) + 45,46$ ; com um EPE de 2,88% e um  $R^2=0,850$ , permitindo estimar os valores submáximos de FC a partir de valores de PV. Isto é de extrema importância para a prescrição de treinamento aeróbio em modalidades como futebol e futsal, considerando que os treinadores poderão controlar a intensidade de treino apenas utilizando os valores de PV, visto que estes apresentam uma relação linear com a FC (figura 3). Trata-se de um estudo inédito que investigou a relação entre %FCmax e %PV, pois os achados na literatura (PANTON et al., 1996; ROTSTEIN et al., 2000; BRANCO, 2004; UTH et al., 2004; CAPUTO et al., 2005; DALECK, 2006; LOUNANA, 2007) relacionaram apenas os %FCmax com os % $\text{VO}_2\text{max}$ .

A respeito da possibilidade de desenvolver equações lineares de predição de FC treino através de testes incrementais máximos, o presente estudo corroborou com os achados de Branco et al. (2004) [ $\%FC\text{max} = (\%VO_2\text{max} * 0,58) + 42,45$ ;  $r^2=0,9$  e EPE=3,8%] e Caputo et al. (2005) [ $\%FC\text{max} = (\%VO_2\text{max} * 0,67) + 33,3$ ;  $r^2=0,97$ ], quando relacionaram os %FCmax com os % $\text{VO}_2\text{max}$ . Em adição, estes estudos sugerem a possibilidade de treinadores e atletas realizarem a transferência de valores fisiológicos obtidos em laboratório para situações de campo.

Da mesma forma que Swain (1994), Branco (2004) e Caputo et al. (2005), foi utilizado o  $\text{VO}_2$  como variável independente (eixo x) (figuras 2 e 3), diferente de Londeree et al. (1995) que utilizaram a FC como variável independente. Esta escolha é questionável, pois, segundo Caputo et al. (2005) o  $\text{VO}_2$  é o fator determinante da resposta da frequência cardíaca durante o exercício.

Além disso, se o %FCmax é escolhido como a variável independente, a equação obtida não pode ser utilizada para predizer um %FCmax para um dado % $\text{VO}_2\text{max}$ , pois este procedimento requer uma transposição da equação. A

transposição de uma regressão linear não resulta nos mesmos valores que seriam obtidos se as variáveis dependente e independente fossem invertidas.

Analisando as respostas da FC nos dois testes (figura 4), relacionadas ao incremento de velocidade nos dois modelos, observou-se um comportamento similar, com valores médios ligeiramente maiores no teste de campo. Branco et al. (2004) quando compararam os valores de FC e  $VO_2$  em corredores e Caputo et al. (2005) em ciclistas, triatletas e corredores, apresentaram valores de incremento na FC similares aos aqui descritos.

A partir da associação entre a equação 1 e a equação 2 desenvolveu-se a equação 3:  $\%VO_{2max} = [(0,560 * \%PV) + 13,54] / 0,672$ , permitindo estimar os valores submáximos de  $VO_{2max}$  a partir de valores de PV.

Outra conclusão deste estudo foi a determinação dos valores de  $\%VO_{2max}$  a partir da equação 3 utilizando valores de  $\%PV$  como variável independente (tabela 5). Isto permite que os parâmetros fisiológicos de laboratório possam ser transferidos para aplicação prática em situação de campo. Contudo, é importante ressaltar que os  $\%FC_{max}$  no teste de campo (79,1, 84,7, 90,3 e 95,9), referentes aos respectivos valores de intensidade do  $\%PV$  (60, 70, 80 e 90), mostraram-se mais elevados que aqueles encontrados em laboratório (72,2, 79,0, 85,7 e 92,4) (figura 5). As diferenças superiores dos valores do teste de campo podem ser uma resposta da FC às mudanças de sentido e a intermitência que o protocolo do teste exige (BANGSBO, 1994; ESPOSITO et al., 2004).

Nesse estudo, assumiu-se o pressuposto de que existe diferença na especificidade entre as modalidades de futebol e futsal, seja na caracterização de esforço, bem como tipos de treinamento predominantes. Desta forma, foi realizada a comparação das respostas dos  $\%FC_{max}$  e  $\%VO_{2max}$  e  $\%FC_{max}$  e  $\%PV$ , sendo encontradas diferenças significativas ( $p < 0,01$ ) na ordem de 1,04% no teste de laboratório e de 1,22% no teste de campo, superiores para a modalidade de futsal, diferentemente dos achados de Caputo et al. (2005) que não encontraram diferença entre os grupos de ciclistas, triatletas e corredores.

No entanto, quando foram comparadas, não foram encontradas diferenças significantes nas variáveis relacionadas ao desempenho nos testes incrementais ( $VO_{2max}$ , PV e  $FC_{max}$  em ambos os testes), apenas na variável idade ( $17,8 \pm 1,1$  anos – futebol e  $21,2 \pm 3,8$  anos – futsal), fator que podemos especular como sendo responsável pela diferença nos percentuais.

Como pode ser observado na figura 10, na comparação dos valores %FCmax, entre os grupos G1<sub>Lab</sub> (pouco treinados) e G2<sub>Lab</sub> (bem treinados), não foi encontrada diferença significativa. Da mesma forma, em relação aos valores de %FCmax entre os grupos G1<sub>TCar</sub> (pouco treinados) e G2<sub>TCar</sub> (bem treinados), não foi encontrada diferença significativa. Esses achados corroboraram o estudo realizado por Caputo et al. (2005), no qual o nível de treinamento parece não interferir nas relações entre %VO<sub>2</sub>max e %FCmax estimados por equação linear, no entanto, contrariou os achados de Swain (1994), que encontrou uma diferença de 2% entre os grupos.

Por fim, os resultados obtidos neste estudo devem ser interpretados com cautela e levar em consideração também as particularidades que caracterizam o grupo de atletas avaliados.

## 6 CONCLUSÕES

Dentro das limitações existentes neste trabalho, pode-se concluir que os protocolos empregados são adequados para determinar os %FC, %VO<sub>2</sub>max e os %FC<sub>TCar</sub> e PV<sub>TCar</sub>, em atletas de modalidades intermitentes. Os resultados apontam para uma opção adicional de teste de campo que envolve menores custos financeiros, possibilidades de realização de várias avaliações simultâneas e identificação de intensidades que podem servir de parâmetros para prescrever treinos destinados ao aprimoramento da aptidão aeróbia em seus dois componentes: potência e capacidade aeróbia.

No entanto, em relação à segunda hipótese, se existe similaridade entre os %FCmax derivados de um mesmo %VO<sub>2</sub>max e %PV, esta não se confirmou. As respostas de FC submáxima e máxima durante o teste de campo foram superiores ao teste de laboratório. Para um mesmo %FCmax de exercício foi encontrada, em média, uma diferença de 6,8%, com %PV menor se comparado com %VO<sub>2</sub>max, variando de 10,1 (intensidade de %60) e reduzindo para 3,5 (intensidade de %100). A magnitude desse achado sugere a aplicação de um fator de correção (equação 3), quando uma sessão de treinamento em campo for prescrita com base no %PV obtido no TCar.

Em adição, não foi encontrada diferença significativa entre o PV<sub>TCar</sub> e a vVO<sub>2</sub>máx (r=0,65). Esse resultado sugere que o PV pode ser utilizado como um indicador de potência aeróbia alternativo, com a vantagem de ser uma variável de fácil obtenção a partir de um teste específico de campo.

A análise do efeito do estado de treinamento aeróbio a partir da comparação entre o grupo de atletas pouco treinados e bem treinados, quanto a relação dos %FCmax e %VO<sub>2</sub>max (laboratório), mostrou diferença significativa de 2,94% superior para grupo bem treinado. Quanto a relação dos %FCmax e %PV (campo), houve diferença significativa, porém de apenas 0,1% (p=0,025) maior para o grupo pouco treinados.

Em conjunto, os resultados do presente estudo apontam para uma opção adicional de avaliação da aptidão aeróbia de modalidades intermitentes, envolvendo baixos custos financeiros e bateria de testes com vários atletas simultaneamente.

Com base no conhecimento das relações apresentadas, sugere-se que as mesmas podem servir de parâmetros para prescrever treinos com maior especificidade, a partir de %PV no TCar e com previsão de resposta de %FCmáx, respectivamente.



## 7 REFERÊNCIAS

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforços sua prescrição**. 7ª ed. Guanabara Koogan, 2007.

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**. 2003; 33(7): 517-538.

ALONSO, D. O. et al. Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício progressivo máximo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, n. 6, 1998.

AHMAIDI, S; ADAM, A. ; PRÉFAUT, C. Validité des épreuves triangulaires de course navette de 20-M et de course sur piste pour l'estimation de la consommation maximale d'oxygène du sportif. **Science & Sports**, v. 5, n. 2, Jun 1990, p 71-76.

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.

ÁLVAREZ, J. C. B.; 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.

ARAÚJO, C. G. S.; PINTO, V. L. M. Frequência cardíaca máxima em testes de exercícios em esteira rolante e em cicloergômetro de membros inferiores. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 2005; 85: 45-50.

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.

BANGSBO, J.; NORREGARD, L.; THORSSO, E, F.. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Sciences**, v.16, p.110-116, 1991.

BANGSBO J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.12, S5–12, 1994.

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

BASSETT, 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, n. 1, p. 70-84, 2000.

BERTHOIN, S.; PELAYO, P.; LENSEL-CORBEIL, G.; ROBIN, H.; GERBEAUX, M. Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. **International journal of sports medicine**, v. 17, n. 7, p. 525-529, 1996.

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.

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.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The Concept of Maximal Lactate Steady State: A Bridge Between Biochemistry, Physiology and Sport Science. **Sports Medicine**, v. 33, n. 6, p. 407-426, 2003.

BRANCO, F. C.; VIANA, J. M.; LIMA, J. R. P. Frequência cardíaca na prescrição de treinamento de corredores de fundo. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 2004; 12(2): 75-79.

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.

BUCHHEIT, M.; LEPRETRE, P. M.; BEHAEGEL, P. M.; MILLET, G. P.; CUVELIER, G.; AHMAIDI, S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 2008.

CAMARDA, S. R. A. et al. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 2008, v. 91, n. 5, p. 311-314.

CAPUTO, F.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Efeitos do estado e especificidade do treinamento aeróbio na relação % VO<sub>2</sub>max versus %FCmax durante o ciclismo. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. 84 (1):20-23, jan 2005.

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

CARMINATTI, L. J.; SILVA, A. E. L.; RIBEIRO, D. G.; DE-OLIVEIRA, F. R. Determinantes do pico de velocidade em teste progressivo intermitente com pausas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 10, p. 441-441, 2004.

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

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.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.; CIWVIALLI, K.; CARLOMAGNO, D.; RAMPININI, E. Aerobic fitness and yo-yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. **Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 20, n. 2, p. 320-352, 2006.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; VERA, J. G.; ALVAREZ, J. C. Match demands of professional Futsal: A case study. **Journal of science and medicine in Sport**, v. 12, n. 4, p. 490-494, 2009.

CURREL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 297-316, 2008.

DALLECK, L.; KRAVITZ, L. Relationship between %heart rate reserve and %vo<sub>2</sub> reserve during elliptical crosstrainer exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**. 2006. v. 5, p. 662-671

DENADAI, B. S. Fatores fisiológicos associados com o desempenho em exercícios de média e longa duração. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. Londrina, v. 1, n. 4, p. 82-91, 1996.

DENADAI, B. S. Determinação da intensidade relativa de esforço: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. 1999; 4(2):77-81.

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

DENADAI, B. S.; ORTIZ, M. J.; MELLO, M. T. Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia em corredores de endurance: efeitos da duração da prova. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 5, p. 401-404, 2004.

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

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F. J.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, p. 222-227, 2007.

DUCAN, G.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of VO<sub>2</sub>max criteria: discontinuous versus continuous protocols. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, n. 2, p. 273-278, 1997.

ENISELER, N. Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. **Journal of Strength and Conditioning Research Champaign**, v. 19, n. 4, p.799-804, 2005.

ESPOSITO F.; IMPELLIZZERI, F. M.; MARGONATO, V.; VANNI, R.; PIZZINI, G.; VEICSTEINAS, A. Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, p. 167–172 , 2004.

FERNANDES DA SILVA, J.; GUGLIELMO, L. G. A.; CARMINATTI, L.; ROSSATO, M. Intensidade de esforço da arbitragem de futebol. **HU Revista**, v. 34, n. 3, p.173-178, 2008.

FREEDSON, P. S. HR modalities to quantify physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 20, p. 02, 1988.

GALLOTI, F.M. ; CARMINATTI, L. J. Variáveis identificadas em testes progressivos intermitentes. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 7, p. 01-17, 2008.

GUEDES, D. P. **Controle do Peso Corporal: Composição Corporal, Atividade Física e Nutrição**. Londrina: Midiograf, cap. 02, p. 45-67, 1998.

GUGLIELMO, L. G. A. **Avaliação da potência aeróbia e anaeróbia de nadadores: correlação dos testes de laboratório por meio do ergômetro de braço com os testes de campo realizados na piscina**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Motricidade Humana), Rio Claro (SP): Universidade Estadual Paulista, 1998.

HOPKINS, W, G. Measures of reliability in sports medicine and science, **Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 1-15, 2000.

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., DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetics cost of outdoor running. **Journal of Sports Science**, v. 14, p. 321-327 1996.

IMPELLIZZERI, F. M., RAMPININI, E.; MARCORA, S. M. Physiological assessment of aerobic training in soccer. **Journal of Sports Science**. 23(6):583-592. 2005.

KARVONEN, J.; VUORIMAA, T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. **Sports Medicine**, v. 5, p. 303-312, 1988.

KRUISTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, 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 Sports Medicine**, v. 6, n.4, p. 197-201, 1985.

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, p. 77-82, 1991.

LAURSEN, P. B.; SHING, C. M.; PEAKE, J. M.; COOMBES, J. S.; JENKINS, D. G. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1801-1807, 2002.

LEGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montreal track test. **Canadian Journal of Applied Sports Sciences**, v. 5, p. 77-84, 1980.

LEGER, L. C.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict  $\text{VO}_2\text{max}$ . **European Journal of Applied Physiology**, v. 49, p.1 – 12, 1982.

LEGER, L. A., MERCIER, D., GADOURY, C. & LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, v. 6, p. 93–101, 1988.

LONDEREE, B. R.; THOMAS, R. T.; ZIOGAS, G.; SMITH, T. D.; ZIOAS, G.  $\% \text{VO}_2\text{max}$  versus  $\% \text{HRmax}$  regression for six modes of exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 3, p. 458-461, 1995.

LOUNANA, J. F.; CAMPION, T. D.; NOAKES and MEDELLI, J. Relationship between  $\% \text{HRmax}$ ,  $\% \text{HR Reserve}$ ,  $\% \text{VO}_2\text{max}$ , and  $\% \text{VO}_2\text{ Reserve}$  in Elite Cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 2, p. 350-357, 2007.

MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; GRANT, S. J.; NEWELL, J.; WILSON, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Lactate threshold responses to a season of Professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 432-436, 2005.

MEYER, T; HOLGER H. W. G.; KINDERMANN, K. Is determination of exercise intensities as percentages of  $\text{VO}_2\text{max}$  or  $\text{HRmax}$  adequate?. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 9, p. 1342-5, 1999.

MILLER, W. C.; WALLACE, J. P.; EGGERT, K. E. Predicting max hr and  $\text{HR-VO}_2$  relationship for exercise prescription in obesity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 25, n. 9, p. 1077-1081, 1993.

MOHR, M.; KRUSTRUP, L.; NYBO, L.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm-up at half-time. **Scandinavian Journal of Medicine Science and Sports**, v. 14, p. 156-162, 2004.

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.

PANTON, L. B.; GRAVES, J. E.; POLLOCK, M. L.; GARZARELLA, L.; CARROLL, J. F.; LEGGETT, S. H.; LOWENTHAL, D. T.; GUILLEN, G. J.; Relative heart rate, heart rate reserve, and VO<sub>2</sub> during submaximal exercise in the elderly. **The Journals of Gerontology**, v. 51, n. 4, p. M165-71, 1996.

PENITENTI, R. M. **Estudo comparativo da frequência cardíaca em ciclistas e indivíduos ativos**. Dissertação de mestrado, São Paulo: Universidade Bandeirante de São Paulo; 2004.

PIASECKI, F. **Métodos de identificação do limiar de transição fisiológica em protocolo progressivo intermitente com pausa**. Dissertação de Mestrado - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Florianópolis, 2006.

POLLOCK, M. L.; GRAVES, J. E.; SWART D. L.; LOWENTHAL, D. T. Exercise training and prescription for the elderly. **Southern Medical Journal**. 1994; 87 (5): 88-95.

PUGA, N.; RAMOS, J.; AGOSTINHO, J.; LOMBA, I.; COSTA, O. Physiological profile of a 1st division portuguese professional football team. In Reilly et al. (Eds) **Science football II**, p. 40-42, 1993.

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

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

ROBERGS, R. A.; LANDWEHR, R. The surprising history of the  $H_{rmax} = "220-age"$  equation. **Journal of Exercise Physiology**. 2002; 5 (2): 1-10.

RONDON, M. U. P. B. et al. Comparação entre a prescrição de intensidade de treinamento físico baseada na avaliação ergométrica convencional e na ergoespirométrica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 70, n. 3, Mar 1998.

ROTSTEIN, A.; MECKEL, Y. Estimation of %  $\dot{V}O_2$  reserve from heart rate during arm exercise and running. **European Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 6 2000.

SANTOS, A. L.; SILVA, S. C.; FARINATTI, P. T. V.; MONTEIRO, W. D. Respostas da frequência cardíaca de pico em testes máximos de campo e laboratório. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 3, p. 177-180, 2005.

SASSI, R.; REILLY, T.; IMPELLIZZERI, F. A comparison of small-sided games and interval training in elite professional soccer players. **Journal of Sports Science**, London, v. 22, n. 6, p. 562, 2004.

SILVA, V. A. P. et al. Frequência cardíaca máxima em idosas brasileiras: uma comparação entre valores medidos e previstos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, n. 3, p. 314-320, 2007.

SKINNER J. S.; McLELLAN T. H. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Research Quarterly for Exercise and Sport**. 51(1):234-248.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of Soccer: An Update, **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p. 501-536, 2005.

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

SWAIN, D.P.; ABERNATHY, K. S.; SMITH, C. S.; LEE, S. J.; BUNN, S. A. Target heart rates for the development of cardiorespiratory fitness. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 1994; 26:112-6.

SWAIN, D. P.; LEUTHOLTZ, B. C.; KING, M. E.; HAAS, L. A.; BRANCH, J. D. Relationship between % heart rate reserve and %  $\dot{V}O_2$  reserve in treadmill exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 30(2):318-321, Feb. 1998.



TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiology**. 2001; 37:153-6.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto Alegre: ARTMED, 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.

UTH, N.; SØRENSEN, H.; OVERGAARD, K.; PREBEN K. P. Estimation of VO<sub>2</sub>max from the ratio between HR<sub>max</sub> and HR<sub>rest</sub>: the Heart Rate Ratio Method. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, p. 111-115, 2004.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Manole; 2005.

## **APÊNDICE**

**Tabela 4** - FC correspondente a 60, 70, 80 e 90% do  $VO_{2max}$  e  $PV_{TCar}$ .

Sujeitos	$FC_{maxlab}$ (bpm)	$FC_{maxTCar}$ (bpm)	60% $VO_2$	60% PV	70% $VO_2$	70% PV	80% $VO_2$	80% PV	90% $VO_2$	90% PV
1	193	212	139	168	152	179	165	191	178	203
2	176	186	127	147	139	157	151	168	163	178
3	192	198	139	157	152	168	165	179	177	190
4	186	188	134	149	147	159	159	170	172	180
5	181	191	131	151	143	162	155	172	167	183
6	196	202	142	160	155	171	168	182	181	194
7	195	196	141	155	154	166	167	177	180	188
8	208	191	150	151	164	162	178	172	192	183
9	199	204	144	161	157	173	171	184	184	196
10	200	200	144	158	158	169	171	181	185	192
11	191	200	138	158	151	169	164	181	176	192
12	190	191	137	151	150	162	163	172	176	183
13	176	193	127	153	139	163	151	174	163	185
14	193	198	139	157	152	168	165	179	178	190
15	194	201	140	159	153	170	166	181	179	193
16	185	194	134	154	146	164	159	175	171	186
17	199	199	144	157	157	168	171	180	184	191
18	187	192	135	152	148	163	160	173	173	184
19	197	200	142	158	156	169	169	181	182	192
20	192	189	139	150	152	160	165	171	177	181
21	186	188	134	149	147	159	159	170	172	180
22	186	191	134	151	147	162	159	172	172	183
23	199	205	144	162	157	174	171	185	184	197
24	182	189	131	150	144	160	156	171	168	181
25	200	202	144	160	158	171	171	182	185	194
26	190	194	137	154	150	164	163	175	176	186
27	183	200	132	158	144	169	157	181	169	192
28	203	204	147	161	160	173	174	184	188	196
29	196	203	142	161	155	172	168	183	181	195
30	198	199	143	157	156	168	170	180	183	191
31	196	198	142	157	155	168	168	179	181	190
32	195	201	141	159	154	170	167	181	180	193
33	188	188	136	149	148	159	161	170	174	180
34	193	194	139	154	152	164	165	175	178	186
35	193	213	139	169	152	180	165	192	178	204
36	192	186	139	147	152	157	165	168	177	178
37	206	202	149	160	163	171	177	182	190	194
38	195	202	141	160	154	171	167	182	180	194
39	202	204	146	161	159	173	173	184	187	196
40	173	186	125	147	137	157	148	168	160	178
41	165	196	119	155	130	166	141	177	152	188
42	179	185	129	146	141	157	153	167	165	177
43	191	186	138	147	151	157	164	168	176	178
44	173	184	125	146	137	156	148	166	160	176
45	198	194	143	154	156	164	170	175	183	186
46	188	185	136	146	148	157	161	167	174	177
Média	191	196	138	155	151	166	164	177	176	188
DP	9,10	7,26	5,60	4,98	6,12	5,35	6,64	5,70	7,16	6,06