

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**MARCELO FIGUEIRÓ BALDI**

**ÍNDICES FISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES ASSOCIADOS À  
CAPACIDADE DE SPRINTS REPETIDOS EM JOGADORES  
UNIVERSITÁRIOS DE FUTEBOL**

**FLORIANÓPOLIS**

**2010**

MARCELO FIGUEIRÓ BALDI

**ÍNDICES FISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES ASSOCIADOS À CAPACIDADE  
DE SPRINTS REPETIDOS EM JOGADORES UNIVERSITÁRIOS DE FUTEBOL**

Monografia apresentada ao Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física

**FLORIANÓPOLIS**

**2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**  
**CENTRO DE DESPORTOS – CDS**  
**BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ÍNDICES FISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES ASSOCIADOS À CAPACIDADE  
DE SPRINTS REPETIDOS EM JOGADORES UNIVERSITÁRIOS DE FUTEBOL**

ELABORADA POR:  
Marcelo Figueiró Baldi

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC  
Orientador

---

Mdo. Leandro Teixeira Floriano – UFSC  
Co-orientador

---

Prof. Esp. Thiago Cascaes dos Santos – Avaí Futebol Clube  
Membro

---

Prof. Ms. – Juliano Fernandes da Silva  
Membro

FLORIANÓPOLIS  
2010

**“Eis que estou à porta e bato; se alguém ouvir a minha voz e abrir a porta,  
entrarei em sua casa e cearei com ele, e ele, comigo”.**

**(Apocalipse 3:20)**

## RESUMO

**Introdução:** A capacidade de *sprints* repetidos (CSR) representa a habilidade do atleta de futebol realizar múltiplos *sprints* na mais alta velocidade e tem sido verificada como uma componente importante da performance física durante o jogo de futebol. A CSR é composta de duas vertentes principais: a) a fase de geração de energia durante os *sprints* (relacionada, principalmente, a aspectos neuromusculares) e b) a fase de regeneração entre os *sprints* (relacionada, principalmente, a aspectos fisiológicos). Entretanto, pouco se sabe, ainda, sobre como os mecanismos fisiológicos e neuromusculares, em conjunto, determinam a CSR. Além disso, não foram encontrados estudos que investigaram a correlação destes índices com a CSR de atletas de futebol, utilizando um teste específico (de CSR). **Objetivo:** Verificar a associação entre índices fisiológicos de potência aeróbia ( $VO_2\text{max}$  e  $vVO_2\text{max}$ ), capacidade aeróbia ( $vOBLA$ ), capacidade anaeróbia láctica ( $Lac\text{max}$ ); e índices neuromusculares de potência muscular: altura do salto *squat jump* ( $SJ_{\text{alt}}$ ), altura do salto contra movimento ( $CMJ_{\text{alt}}$ ) e distância do salto horizontal ( $SH_{\text{dist}}$ ) com a CSR (melhor tempo (MT), tempo médio (TM) e percentual de diminuição da performance (PD)) em jogadores universitários de futebol. **Métodos:** Vinte e seis jogadores universitários de futebol (idade:  $22,5 \pm 3,6$  anos; estatura:  $177,5 \pm 6,3$  cm; massa corporal:  $72 \pm 8,3$  kg; %G:  $10,8 \pm 2,0\%$ ) foram submetidos às seguintes avaliações: a) antropometria; b) testes de saltos verticais *squat jump* (SJ) e salto contra movimento (CMJ); e salto horizontal (SH); c) teste incremental máximo em esteira rolante para a identificação das variáveis: consumo máximo de oxigênio ( $VO_2\text{max}$ ), menor velocidade associada ao  $VO_2\text{max}$  ( $vVO_2\text{max}$ ) e velocidade associada ao limiar de acúmulo de lactato sanguíneo ( $vOBLA$ ); d) teste de CSR para a identificação dos parâmetros de performance MT, TM e PD, além do índice fisiológico  $Lac\text{max}$ . Foi empregada a análise descritiva (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para apresentação dos resultados e o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Para analisar a correlação dos índices fisiológicos e neuromusculares com a CSR foi utilizada a correlação linear de Pearson. Utilizou-se a regressão múltipla para identificar quais índices (fisiológicos e neuromusculares) melhor predizem a performance de CSR. Foi adotado um nível de significância  $p \leq 0,05$  em todas as análises. **Resultados:** A  $SH_{\text{dist}}$  explicou 54% da variação da performance do MT;  $SH_{\text{dist}}$  e  $vOBLA$  explicaram 58% do TM; e por último, a associação do  $Lac\text{max}$  e  $VO_2\text{max}$  explicaram 32% do PD. **Conclusão:** com base nos dados obtidos, conclui-se que, a predição da performance de CSR a partir de índices fisiológicos ( $VO_2\text{max}$ ,  $vVO_2\text{max}$  e  $vOBLA$ ) e neuromusculares ( $SH_{\text{dist}}$ ,  $CMJ_{\text{alt}}$ ,  $SJ_{\text{alt}}$ ) depende do parâmetro de performance analisado (MT, TM e PD). Além disso, atletas de futebol podem beneficiar-se do treinamento específico das variáveis associadas à CSR.

**Palavras chave:** potência muscular, fadiga, exercício intermitente.

## ABSTRACT

**Introduction:** the repeated sprint ability (RSA) represents soccer players' capacity to perform multiple sprints at the highest velocity and has been cited as an important component for physical performance during soccer games. The RSA is divided into two main elements: a) the generation phase during sprints (mainly related to neuromuscular aspects), and b) the regeneration phase between sprints (mainly related to physiological aspects). However, little is known about the physiological and neuromuscular mechanisms determinant of the RSA. Furthermore, no studies were found that investigated the association of RSA with these indices using a specific RSA test. **Objective:** to investigate the association between physiological indices of aerobic power ( $VO_{2max}$  and  $vVO_{2max}$ ), aerobic capacity ( $vOBLA$ ), lactic anaerobic capacity ( $Lacmax$ ), and neuromuscular indices of muscle power: squat jump height ( $SJ_{alt}$ ) counter movement jump height ( $CMJ_{alt}$ ) and distance of horizontal jump ( $SH_{dist}$ ) with RSA (best time (MT), mean time (TM), and percentage decrement (PD)) in soccer players. **Methods:** twenty six college soccer players (age:  $22.5 \pm 3.6$  years; height:  $177.5 \pm 6.3$  cm; body mass:  $72 \pm 8.3$  kg; %fat:  $10.8 \pm 2.0$  %) underwent the following assessments: a) anthropometry b) vertical jump tests: squat jump (SJ) and counter-movement jump (CMJ); and horizontal jump test (SH), c) maximal incremental treadmill test for the identification of the physiological variables: maximum oxygen uptake ( $VO_{2max}$ ), slowest velocity associated with  $VO_{2max}$  ( $vVO_{2max}$ ) and velocity associated with the onset of blood lactate accumulation ( $vOBLA$ ) d) RSA test for the identification of the performance parameters MT, TM and PD, and the physiological index of lactic anaerobic capacity ( $Lacmax$ ). Descriptive analysis were used (mean, standard deviation and coefficient of variation) for presentation of results and the Shapiro-Wilk test to check normality. To analyze the correlation of physiological and neuromuscular indices with the RSA, Pearson correlation was adopted. After, multiple regression was employed to identify the coefficients of determination of the physiological and neuromuscular indices with the RSA. A significance level of  $p \leq 0.05$  was adopted for all analysis. **Results:** The  $SH_{dist}$  accounted for 54% of performance variation in MT;  $SH_{dist}$  and  $vOBLA$  accounted for 58% variance in TM, and finally, the combination of  $Lacmax$  and  $VO_{2max}$  explained 32% of PD. **Conclusion:** based on the data obtained, it is concluded that the predictive capacity of RSA performance from physiological ( $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$  and  $vOBLA$ ) and neuromuscular indices ( $SH_{dist}$ ,  $CMJ_{alt}$ ,  $SJ_{alt}$ ) depends on the performance parameter analyzed (MT, TM and PD). Furthermore, soccer players may benefit from specific training of the variables associated with RSA.

**Keywords:** muscle power, fatigue, intermittent exercise.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores descritivos das variáveis antropométricas.....	<b>22</b>
<b>Tabela 2.</b> Valores descritivos dos índices fisiológicos obtidos no teste incremental máximo de esteira .....	<b>22</b>
<b>Tabela 3.</b> Valores descritivos dos testes de saltos verticais e salto horizontal.....	<b>23</b>
<b>Tabela 4.</b> Valores descritivos das variáveis obtidas em teste de CSR.....	<b>23</b>
<b>Tabela 5.</b> Correlações entre os índices fisiológicos e a CSR.....	<b>23</b>
<b>Tabela 6.</b> Correlações entre os índices neuromusculares e a CSR.....	<b>24</b>
<b>Tabela 7.</b> Valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos índices fisiológicos e neuromusculares em relação a CSR.....	<b>24</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS

CCI: coeficiente de correlação intraclasse.

CMJ: teste de salto contra movimento (*counter movement jump*).

CMJ<sub>alt</sub>: altura do salto contra movimento.

CSR: capacidade de sprints repetidos.

CV: coeficiente de variação.

DC: densidade corporal.

FC: frequência cardíaca.

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

IC: intervalo de confiança.

Lac<sub>max</sub>: maior valor de concentração de lactato sanguíneo obtido pós teste de capacidade de *sprints* repetidos e indicador de capacidade anaeróbia láctica.

MC: massa corporal.

MT: melhor tempo obtido no teste de CSR

OBLA: limiar de acúmulo de lactato no sangue (*onset of blood lactate accumulation*).

PD: percentual de diminuição da performance no teste de CSR.

PV: pico de velocidade.

SJ: teste de salto *squat jump*.

SJ<sub>alt</sub>: altura do salto *squat jump*.

SH: teste de salto horizontal.

SH<sub>dist</sub>: distância do salto horizontal.

TM: tempo médio no teste de CSR.

UMTT: *University Montreal Track Test*.

VO<sub>2</sub>max: Consumo máximo de oxigênio.

vOBLA: velocidade correspondente a uma concentração fixa de lactato sanguíneo de 3,5mmol.L<sup>-1</sup> identificada em teste incremental máximo de esteira.

vVO<sub>2</sub>max: menor velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Situação Problema .....	1
1.2 Objetivos .....	2
1.2.1 Objetivo Geral.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos .....	2
1.3 Justificativa .....	3
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
2.1 Aspectos fisiológicos do futebol .....	4
2.2 Aspectos neuromusculares do futebol.....	5
2.3 Capacidade de sprints repetidos (CSR) .....	6
2.4 Índices fisiológicos de potência aeróbia ( $VO_2\text{max}$ e $vVO_2\text{max}$ ), capacidade aeróbia (vOBLA) e capacidade anaeróbia láctica (Lacmax) .....	9
2.5 Índices neuromusculares de potência muscular ( $SJ_{\text{alt}}$ , $CMJ_{\text{alt}}$ e $SH_{\text{dist}}$ ) .....	13
<b>3. MÉTODOS</b> .....	16
3.1 Modelo de estudo.....	16
3.2 Sujeitos.....	16
3.3 Procedimentos para a coleta de dados .....	16
3.3.1 Avaliação antropométrica .....	17
3.3.2 Teste de saltos verticais (SJ e CMJ) em plataforma de força e salto horizontal (SH) de campo .....	17
3.3.3 Teste de salto horizontal de campo (SH) .....	18
3.3.4 Teste incremental máximo de esteira.....	19
3.3.5 Teste de capacidade de sprints repetidos (CSR) .....	20
3.4 Análise estatística .....	20
<b>4. RESULTADOS</b> .....	22
4.1 Resultados do teste incremental máximo de esteira .....	22
4.2 Resultados dos testes de saltos verticais e saltos horizontais .....	22
4.3 Resultados do teste de capacidade de sprints repetidos .....	23
4.4 Correlações entre os índices fisiológicos e a CSR .....	23
4.5 Correlações entre os índices neuromusculares e a CSR .....	24
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	25
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	33



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Situação Problema

A capacidade de *sprints* repetidos (CSR) representa a habilidade do atleta de futebol realizar múltiplos *sprints* na mais alta velocidade e tem sido identificada como um componente importante da performance física durante o jogo de futebol (WRAGG, 2000; SPENCER et al., 2005; RAMPININI et al., 2007; RAMPININI et al., 2009). O conceito de CSR surgiu da observação (*time motion analysis*) de que, em momentos decisivos da partida (LITTLE; WILLIAMS, 2005; STOLEN et al., 2005; BANGSBO, 2006 RAMPININI et al., 2007), os atletas são solicitados a realizarem *sprints* (6 – 7) em alta velocidade, de curta duração (1 - 7 seg) e com intervalos curtos de recuperação (20 – 25 seg) (SPENCER et al., 2005, STOLEN et al., 2005; RAMPININI et al., 2007; IMPELLIZZERI et al., 2008; RAMPININI et al., 2009).

Observa-se que os estudos, relacionados à CSR no futebol, tem investigado predominantemente os fatores fisiológicos que determinam a fadiga durante um teste de CSR (STOLEN et al., 2005, RAMPININI et al., 2009). Entretanto, segundo Billaut e Bishop (2009) a performance de CSR é, basicamente, dividida em duas fases: a) a fase de geração de energia durante os *sprints* (relacionada principalmente a aspectos neuromusculares) e b) a fase de regeneração entre os *sprints* (relacionada principalmente a aspectos fisiológicos), sobrepondo demandas exclusivas nos processos metabólicos nos músculos em que o suprimento de energia oscila entre alimentar a atividade contrátil e restaurar a homeostase (BILLAUT; BISHOP, 2009).

Recentemente, observa-se um aumento do interesse por parte dos centros de pesquisas em relação à CSR específica de jogadores de futebol (AZIZ et al., 2008; IMPELLIZZERI et al., 2008; MECKEL et al., 2009; RAMPININI et al., 2009). Entretanto, pouco se sabe, ainda, sobre como os mecanismos fisiológicos e neuromusculares, em conjunto, determinam a CSR (AZIZ et al., 2008; BILLAUT; BISHOP, 2009; RAMPININI et al., 2009).

Além disso, atualmente, dentre os protocolos propostos para a avaliação da CSR, observa-se que apenas o protocolo de Rampinini et al., (2007) apresenta validade constructo (i.e. relação da *performance* no teste de CSR com a *performance* física durante o jogo).

Diferentemente do protocolo proposto por Rampinini et al., (2007), a validade da maioria dos testes de CSR é baseada, predominantemente, na sua validade lógica (i.e. que o teste é apropriado para aquilo que se pretende mensurar) e na sua capacidade de diferenciar a performance de diferentes grupos de pessoas realizando a mesma avaliação. Neste contexto, a maioria dos testes de CSR é derivada da análise do padrão de movimentação de modalidades intermitentes e supõem que esta característica é suficiente (AZIZ et al., 2008). Entretanto, o dado mais importante refere-se ainda à capacidade que os resultados obtidos no teste tem de se relacionar a *performance* do atleta durante a partida.

Desta forma, levando em consideração estas questões, o presente estudo buscou responder ao seguinte problema de pesquisa: qual a associação entre índices fisiológicos e neuromusculares com a CSR (utilizando um teste com validade constructo) em atletas de futebol?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Verificar a associação entre índices fisiológicos e neuromusculares com a CSR em jogadores universitários de futebol.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- 1) Determinar os índices fisiológicos ( $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$  e  $vOBLA$ ) a partir de um protocolo incremental máximo em esteira rolante;
- 2) Determinar o índice fisiológico de capacidade anaeróbia láctica  $Lacmax$  em teste de CSR;
- 3) Determinar os índices neuromusculares de potência muscular:  $SJ_{alt}$ ,  $CMJ_{alt}$ , em testes de saltos verticais em plataforma de força;
- 4) Determinar o índice neuromuscular de potência muscular  $SH_{dist}$  em teste de salto horizontal de campo;
- 5) Determinar os parâmetros de *performance* de CSR (MT, TM e PD);
- 6) Analisar a correlação entre os índices fisiológicos ( $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$ ,  $vOBLA$  e  $Lacmax$ ) com a CSR (MT, TM e PD);

7) Analisar a correlação entre os índices neuromusculares ( $SJ_{alt}$ ,  $CMJ_{alt}$ ,  $SH_{dist}$ ) com a CSR (MT, TM e PD).

8) Identificar as variáveis fisiológicas e neuromusculares que melhor predizem a CSR.

### 1.3 Justificativa

Observa-se que atletas de futebol de elite apresentam uma maior capacidade de realizar múltiplos *sprints* repetidos durante o jogo de futebol (IMPELLIZZERI et al., 2008). Ainda, Rampinini et al., (2007) reportaram que a CSR de atletas de elite relaciona-se a importantes variáveis da *performance* como a distância percorrida em altíssima intensidade ( $> 19,8 \text{ km.h}^{-1}$ ) e a distância total percorrida na forma de *sprints* ( $> 25,2 \text{ km.h}^{-1}$ ) durante o jogo.

Neste contexto, a CSR tem sido utilizada para estimar a *performance* física do jogador de futebol visto que, assemelha-se ao padrão de movimentação específica do atleta durante os jogos (SPENCER et al., 2005; IMPELLIZZERI et al., 2008; MECKEL, et al., 2009). Em relação a estas demandas por esforços intermitentes em alta intensidade, a literatura científica descreve que a CSR é um fenômeno complexo, influenciado por múltiplos fatores (STOLEN et al., 2005; SPENCER et al., 2005; MECKEL et al., 2009; RAMPININI et al., 2009; DA SILVA et al., 2010) e entre estes destacam-se os aspectos fisiológicos e neuromusculares (BILLAUT; BISHOP, 2009).

Em geral, tanto índices fisiológicos de potência aeróbia ( $VO_{2max}$  e  $vVO_{2max}$ ), capacidade aeróbia ( $vOBLA$ ) e capacidade anaeróbia láctica ( $Lacmax$ ) (HELGERUD et al., 2001; CASAJÚS, 2001; DAL PUPO, 2009) quanto neuromusculares de potência muscular ( $SJ_{alt}$ ,  $CMJ_{alt}$  e  $SH_{dist}$ ) (VILLARREAL et al., 2009) tem sido utilizados como parâmetros para o treinamento de jogadores de futebol. Entretanto, apesar do entendimento da importância do treinamento destes componentes em relação à aptidão física do atleta de futebol, até o momento, pouco se sabe sobre como estes índices fisiológicos e neuromusculares, em conjunto, influenciam a CSR.

Por fim, a partir da identificação da capacidade preditiva destes índices fisiológicos e neuromusculares, os técnicos e preparados físicos poderão prescrever, acompanhar e avaliar os efeitos de treinamentos mais específicos voltados à melhoria da CSR de atletas de futebol (BANGSBO, 1994; RAMPININI et al., 2009).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos fisiológicos do futebol

O futebol é um esporte que envolve ações intermitentes, de alta intensidade e durante um período prolongado de tempo (90 min), tais como: corridas, *sprints*, saltos, chutes, giros, paradas bruscas e mudanças de sentido (BANGSBO, 1994; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005; RAMPININI et al., 2007; RAMPININI et al., 2009). Durante uma partida, atletas de futebol de elite percorrem cerca de 10 - 12 km a uma intensidade média próxima do limiar anaeróbio (80 – 90% da frequência cardíaca máxima). Os jogadores realizam 1000 – 1400 atividades curtas distintas, sendo 200 destas realizadas em alta intensidade, mudando a cada 4 – 6 seg (HELGERUD et al., 2001; STOLEN et al., 2005). Ainda, são realizados em média 10 – 40 *sprints*, 15 combates; 10 cabeceios; 50 envolvimento com a bola; cerca de 30 passes, assim como, mudanças de ritmo e sustentação de contrações musculares isométricas para manter o equilíbrio e a posse da bola contra pressão defensiva (REILLY; THOMAS; 1976; EKBLUM, 1986; HELGERUD, 2001; BANGSBO et al., 2006; IMPELLIZZERI et al., 2008; RAMPININI et al., 2009).

Estudos demonstram que, em geral, jogadores do meio campo percorrem maiores distâncias durante um jogo e que atletas profissionais percorrem, em média, maiores distâncias que atletas amadores (STOLEN et al., 2005). Dada a duração do jogo (90 min) este é predominantemente dependente do metabolismo aeróbio (SPENCER et al., 2005). Embora a maior parte do fornecimento de energia seja proveniente do metabolismo aeróbio, sugere-se que as ações decisivas estão associadas ao metabolismo anaeróbio (LITTLE; WILLIAMS, 2005; STOLEN et al., 2005; BANGSBO, 2006 RAMPININI et al., 2007). Para realizar *sprints* curtos, saltos, combates, e outras movimentações explosivas, a liberação da energia anaeróbia é determinante, no que diz respeito a quem realiza *sprints* mais rápidos ou salta mais alto (STOLEN et al., 2005). Estes aspectos são geralmente cruciais para a resultado final da partida (WRAGG, 2000).

A literatura apresenta valores médios correspondentes a potência aeróbia ( $VO_2max$ ) de 50 – 75 ml.kg.min<sup>-1</sup> em jogadores de futebol de diferentes níveis (WISLOFF, 1998; CASAJÚS, 2001; HOFF; HELGERUD, 2004; STOLEN et al., 2005). Alguns estudos sugerem que a performance aeróbia entre as equipes internacionais

de elite tem aumentado na última década (WISLOFF, 1998; CASAJÚS, 2001) comparado aos valores reportados na década de 1980.

## 2.2 Aspectos neuromusculares do futebol

Segundo Dal Puppò et al., (2010) a potência muscular é uma variável importante para a performance física do atleta de futebol. De fato, força e potência dividem importância com a resistência aeróbia no futebol (STOLEN et al., 2005). A potência muscular está presente em várias ações do jogo como as acelerações, saltos, cabeceios, disputas pela bola, giros e mudanças de sentido e é influenciada principalmente pela força máxima (BANGSBO, 1994; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005; RAMPININI et al., 2007; RAMPININI et al., 2009). Neste sentido, tem sido verificada uma associação importante entre a força máxima e a aceleração e velocidade de movimento (WISLOFF, 1998; WISLOFF, 2004).

Estas relações entre a performance de força e potência é apoiada ainda em outros testes que avaliaram a performance de saltos e de *sprints* de 30 m (STOLEN, et al., 2005; WISLOFF, 2004). Acredita-se que aumentando a força disponível da contração muscular em determinados grupamentos musculares específicos, a aceleração e a velocidade possam aumentar em gestos motores críticos para o jogador de futebol (BANGSBO, 1994). Além disso, níveis mais altos de força nos membros superiores e inferiores podem também prevenir o surgimento de lesões características do futebol (ARNASON et al., 2004). Em relação a estes dados, Stolen et al., (2005) sugerem que elevados níveis de força são imprescindíveis para equipes que competem no alto nível.

Em relação à maximização da potência muscular do jogador de futebol, sugere-se a adoção de programas de treinamento que visem o desenvolvimento da força máxima em movimento básico não específico (por exemplo: exercício de agachamento) com ênfase na alta mobilização de potência. Estes tipos de intervenção tem se mostrado superior a treinar apenas a velocidade de movimento, mesmo que realizando um gesto específico com sobrecarga (BANGSBO, 1994; HOFF, 2004; HOFF; HELGERUD, 2005; YOUNG, 2006).

Em relação a parâmetros de força, autores tem recomendado para atletas de futebol de elite valores de carga máxima no exercício de agachamento > 200kg (90° flexão do joelho) ou em torno de  $11 \text{ kg} \cdot \text{m}_b^{-0,67}$  (WISLOFF et al., 1998; WISLOFF, 2004).

Por outro lado, os valores esperados para exercício de supino reto ficam em torno de 100kg ou cerca de  $5,5 \text{ kg.m}_b^{-0,67}$  (WISLOFF et al., 1998; WISLOFF, 2004). Por outro lado, em relação a parâmetros de potência, alguns autores tem recomendado performance de saltos verticais (i.e. CMJ, com livre movimentação dos braços) na ordem de 60 cm (WISLOFF et al., 1998; WISLOFF et al., 2004; STOLEN et al., 2005). Desta forma, observa-se que um alto nível de desempenho em todos os parâmetros de força e potência é recomendado, pois pode aumentar a potência de ações importantes para o jogador de futebol como os saltos, chutes, e *sprints*.

Mais detalhadamente, a habilidade do músculo de desenvolver força é dependente de muitos fatores dos quais os mais comuns são: posição inicial; velocidade de alongamento; velocidade de encurtamento; tipos de fibras musculares, número de unidades motoras ativadas ao mesmo tempo, área de secção transversal do músculo; frequência de impulso; e substrato disponível para o músculo em exercício (BEHM; SALE, 1993).

Dois mecanismos diferentes – hipertrofia muscular e adaptações neurais – tem sido apontados como fatores centrais no desenvolvimento da força muscular em atletas de futebol (HOFF; HELGERUD, 2004; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005). Em função disto, segundo estes autores, é difícil generalizar qual tipo de treinamento adotar, e isto deve ser decidido pelo treinador. Recentemente, o foco do treinamento de força tem sido voltado para o treinamento neural (HOFF; HELGERUD, 2004; HOFF, 2005; BILLAUT; BISHOP, 2009).

Tanto a força máxima, quanto a taxa de produção de força são fatores importantes para a performance no futebol devido as demandas aparentes do jogo (REILLY; THOMAS, 1976; YOUNG, 2006). Recomenda-se, portanto, que ambas sejam sistematicamente trabalhadas em jogadores de futebol ao considerar-se que Helgerud et al., (dados não publicados) identificou que o aumento da força está ligado a melhoras nos *sprints* de 10m, nos saltos verticais e na economia de corrida.

### **2.3 Capacidade de sprints repetidos (CSR)**

A CSR representa a habilidade do atleta de futebol realizar múltiplos *sprints* em alta velocidade e tem sido verificada como um componente importante para a performance física durante o jogo de futebol (WRAGG, 2000; SPENCER et al., 2005; RAMPININI et al., 2007; RAMPININI et al., 2009).

A utilização de testes de vários *sprints* intercalados por intervalos curtos de recuperação, ao invés de um único *sprint*, assegura respostas fisiológicas próximas as que acontecem durante intensos períodos de jogo (IMPELLIZZERI et al., 2008). Por isso, tem se destacado a importância de se avaliar a CSR. A partir de um teste CSR (RAMPININI et al., 2007) é possível identificar o melhor tempo entre os *sprints*, tempo médio e o percentual de diminuição da performance, além da capacidade do atleta em mudar de sentido. Além do mais, testes de CSR tem reportado uma capacidade em discriminar atletas de diferentes níveis competitivos (RAMPININI et al., 2007; IMPELLIZZERI et al., 2008).

A CSR tem sido avaliada e reportada na literatura a partir de diferentes protocolos (i.e. modo de exercício, número de *sprints*, duração dos *sprints*, tempo de recuperação e tipo de recuperação (passiva vs ativa)) (SPENCER et al., 2005; STOLEN et al., 2005; IMPELLIZZERI et al., 2008; MECKEL et al., 2009; RAMPININI et al., 2009; BILLAUT; BISHOP, 2009).

Os estudos mais recentes tem observado que a CSR é dependente de variáveis como a duração do *sprint*, número de *sprints*; tempo de recuperação; e tipo de recuperação (SPENCER et al., 2005). Portanto, tem sido indicado que se as respostas fisiológicas e metabólicas devem ser específicas para atletas de futebol, espera-se que os *sprints* e a duração da recuperação devam imitar os padrões de movimentação desta modalidade (IMPELLIZZERI et al., 2008).

Além dos fatores destacados acima, tem sido demonstrado que a performance de CSR é influenciada por diferentes fatores fisiológicos como o  $VO_2max$  (AZIZ et al., 2000; TOMLIN; WENGER, 2001; BISHOP; SPENCER, 2004;), cinética do consumo de oxigênio, (DUPONT et al., 2005), capacidade de tamponamento dos íons hidrogênios (BILLAUT; BISHOP, 2009), e concentração de glicogênio muscular (BALSOM et al., 1999).

Mais especificamente, estudos tem demonstrado que a performance no primeiro *sprint* ou do MT está negativamente relacionado a fadiga durante um teste de CSR (RAMPININI et al., 2009; DA SILVA et al., 2010). Por outro lado, Spencer et al., (2005) reportam que diferentemente do que é observado em um único *sprint*, existem poucos estudos publicados sobre a contribuição relativa dos sistemas energéticos durante a performance de múltiplos *sprints*. Segundo estes autores, os dados existentes apontam para o fato de que, enquanto a contribuição aeróbia durante um único *sprint* é

relativamente pequena, existe um aumento da contribuição aeróbia com o aumento do número de repetições.

Entre os fatores que acarretam a fadiga em exercícios de múltiplos *sprints*, tem sido sugerido que baixas concentrações de ATP e reduzido pH intramuscular reduzem a taxa de ressíntese da fosfocreatina após exercícios intensos (SPENCER et al., 2005). Esta sugestão tem importante implicação para o futebol, visto que a modalidade envolve momentos de exercícios intermitentes em alta intensidade intercalados por curtos períodos de recuperação. Entretanto, embora a taxa de ressíntese de fosfocreatina tenha sido associada a baixas concentrações de ATP e um reduzido pH intramuscular após exercícios intensos, a fase rápida da ressíntese de fosfocreatina é dependente da disponibilidade de oxigênio (SPENCER et al., 2005).

Spencer et al., (2005) verificaram que, na medida em que os atletas realizam *sprints* repetidos, as respostas metabólicas subsequentes são afetadas pelo exercício prévio e a duração dos intervalos de recuperação. As pesquisas tem demonstrado que múltiplos *sprints* sobrepõem demandas consideráveis em ambas as vias aeróbia e anaeróbia, embora a contribuição relativa de cada uma destas fontes é ainda uma questão para discussão (SPENCER et al., 2005; MECKEL et al., 2009; BILLAUT; BISHOP, 2009). A partir do momento em que o fornecimento de energia durante exercícios de *sprints* repetidos é predominantemente proveniente das fontes anaeróbias (degradação da fosfocreatina e glicólise anaeróbia), sugere-se que as deficiências na provisão de energia devem estar associadas com limitações no metabolismo anaeróbio (SPENCER et al., 2005; BILLAUT; BISHOP, 2009).

Um outro dado interessante, refere-se ao estudo de Billaut e Bishop (2009). Estes autores indicam que ajustes neurais estão associados à ocorrência de fadiga durante exercício de *sprints* repetidos, entretanto destacam que poucos dados estão disponíveis em relação a este tópico, e os resultados dos estudos que investigaram o sinal eletromiográfico são ainda contraditórios. Ainda segundo estes autores, apesar da *performance* mecânica se tornar progressivamente prejudicada durante um teste de CSR, o sistema nervoso ainda recruta as unidades motoras em sua maior taxa de disparo. Por outro lado, evidências de ajustes neurais (i.e. padrão de recrutamento) demonstram a progressiva diminuição da capacidade do cérebro de manter o padrão inicial da ativação das unidades motoras durante a realização de *sprints* repetidos (BILLAUT; BISHOP, 2009)

Em relação ao aumento do interesse por parte dos centros de pesquisas em relação à CSR específica de jogadores de futebol (IMPELLIZZERI et al., 2008, AZIZ et al., 2008, MECKEL et al., 2009; RAMPININI et al., 2009), Rampinini et al., (2007) reportaram que a CSR de atletas de futebol de alto nível, relaciona-se a importantes medidas da performance física do jogo como a distância percorrida em altíssima intensidade ( $> 19,8 \text{ km.h}^{-1}$ ) ( $r = - 0,6$ ) e a distância total percorrida na forma de *sprints* ( $> 25,2 \text{ km.h}^{-1}$ ) ( $r = - 0,65$ ) durante partidas oficiais. Até o momento, parece que jogadores de futebol de níveis competitivos mais altos tem uma capacidade maior em realizar múltiplos *sprints* repetidos (MOHR et al., 2003; IMPELLIZZERI et al., 2008).

#### **2.4 Índices fisiológicos de potência aeróbia ( $\text{VO}_2\text{max}$ e $\text{vVO}_2\text{max}$ ), capacidade aeróbia ( $\text{vOBLA}$ ) e capacidade anaeróbia láctica ( $\text{Lacmax}$ )**

A potência aeróbia ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) é a maior quantidade de oxigênio que o corpo pode utilizar durante exercício exaustivo respirando ao nível do mar (ASTRAND; RODAHL, 1986) e representa a capacidade máxima do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio para a produção aeróbia de energia (SVENSSON; DRUST, 2005).

Durante o jogo de futebol a maior parte da provisão de energia é derivada do sistema aeróbio de energia (BANGSBO, 1994). Portanto, a determinação do  $\text{VO}_2\text{max}$  do atleta de futebol é importante, na medida em que, o sistema de transporte de oxigênio suporta a habilidade do atleta de exercitar-se durante os 90 min (BANGSBO, 1993) e de recuperar-se entre exercícios intensos de curta duração (BALSOM et al., 1994; TOMLIN; WENGER, 2001)

Durante um teste incremental máximo de esteira, o principal critério utilizado para confirmar o atingimento do  $\text{VO}_2\text{max}$  é a formação de um platô no consumo de oxigênio (BASSET; HOWLEY, 2000). Na ausência de um platô no  $\text{VO}_2$ , existem outros critérios secundários usados para quantificar o esforço máximo, incluindo: equivalente respiratório  $\geq 1,1$ ; concentração de lactato sanguíneo  $\geq 8 \text{ mmol.L}^{-1}$ , e FC final do teste  $\geq 90\%$  da FC máxima predita para a idade (ASTRAND; RODAHL, 1986). Em esportes em que existe a sustentação da massa corporal do indivíduo, como é o caso do futebol, o  $\text{VO}_2\text{max}$  é relativizado pela massa corporal ( $\text{ml.kg.min}^{-1}$ ).

Sugere-se que um alto nível de aptidão aeróbia é um pré requisito para a performance anaeróbia durante exercícios intermitentes de alta intensidade (TOMLIN;

WENGER, 2001; RAMPININI et al., 2007; MECKEL et al., 2009). Do mesmo modo, Svensson e Drust (2004) indicam que o  $VO_2\text{max}$  pode ser útil em diferenciar o sucesso competitivo entre as equipes, na medida em que tem-se observado valores mais altos de  $VO_2\text{max}$  conforme o aumento do nível competitivo. Ainda, O  $VO_2\text{max}$  pode variar também em função da posição do jogo, qualidade do treinamento e o nível competitivo (TUMILTY, 1993).

Hoff et al (2002) reportaram uma associação do  $VO_2\text{max}$  com a distância total percorrida durante o jogo de futebol. Em adição, Helgerud et al., (2001). Observaram que melhorias no  $VO_2\text{max}$  estiveram associadas a aumentos na distância total percorrida durante o jogo, número de *sprints* e envolvimento com a bola. A análise destas informações sugere que o  $VO_2\text{max}$  é uma ferramenta útil na avaliação de atletas de futebol. Entretanto, esta variável nem sempre tem se mostrado uma medida sensível do desempenho em importantes aspectos do jogo de futebol ou na detecção do destreinamento (BANGSBO; LINDQVIST, 1992). Esta deficiência deve-se, em parte, as discrepâncias no padrão da atividade, e dos processos fisiológicos associados ao jogo de futebol em contraste a um determinado valor de  $VO_2\text{max}$  identificado em teste incremental máximo (SVENSSON; DRUST, 2005).

Svensson e Drust (2005) sugerem que adaptações oxidativas periféricas são mais relevantes a performance física do jogador de futebol do que um determinado valor absoluto de  $VO_2\text{max}$ , e que atletas podem apresentar valores similares de potência aeróbia apesar de reduções da succinato desidrogenase e citocromo oxidase após um período de destreinamento.

Em termos de potência aeróbia, estudos apresentam valores de  $VO_2\text{max}$  entre 55 – 75  $\text{ml.kg.min}^{-1}$  em atletas de futebol de diferentes níveis competitivos (HOFF; HELGERUD, 2004; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005). Aziz et al., (2000) identificaram valores de  $VO_2\text{max}$   $58,2 \pm 3,7 \text{ ml.kg.min}^{-1}$  em 23 atletas de futebol da seleção nacional de Singapura. Casajús (2001), avaliando 12 atletas profissionais da primeira divisão da Espanha, reportou um  $VO_2\text{max}$  de  $66,4 \pm 7,6 \text{ ml.kg.min}^{-1}$ . Por último, STOLEN et al., (2005), em artigo de revisão, apresentam dados de  $VO_2\text{max}$  de  $56,8 \pm 4,8 \text{ ml.kg.min}^{-1}$  da seleção nacional da Arábia Saudita.

Em relação a  $vVO_2\text{max}$ , esta representa a menor velocidade em que há a ocorrência do  $VO_2\text{max}$  (BIILAT, 1994). A  $vVO_2\text{max}$  é o índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia ( $VO_2\text{max}$ ) e economia de corrida (EC), pois

indivíduos com  $VO_2\text{max}$  semelhantes podem apresentar valores diferentes de  $vVO_2\text{max}$  (BILLAT, 1994; DENADAI, 2000; RAMPININI et al., 2007).

A  $vVO_2\text{max}$  é pouco descrita na literatura referente a jogadores de futebol. A maioria dos dados refere-se a corredores de endurance (BILLAT et al., 1999). Entretanto, a utilização do modelo de treinamento intervalado na  $vVO_2\text{max}$  proposto originalmente por Billat et al., (1999) para calibrar a carga de treinamento de corredores de endurance, parece se adequar a jogadores de futebol em momentos propícios durante todo o período competitivo. Desta forma, a determinação da  $vVO_2\text{max}$  parece ser um indicador mais sensível as adaptações provenientes do treinamento aeróbio do que o  $VO_2\text{max}$ , isoladamente (ARINS, 2010; DA SILVA et al., 2010)

Considerando estas informações, observa-se que o treinamento intervalado em intensidades próximas a  $vVO_2\text{max}$  é o principal instrumento para a melhora dos valores de  $VO_2\text{max}$  em atletas que já possuem uma elevada aptidão aeróbia (HELGERUD et al., 2001; STOLEN et al., 2005). Isto acontece pelo fato de que o treinamento próximos a  $vVO_2\text{max}$  sobrepõem uma sobrecarga máxima de volume e pressão no miocárdio, que associada ao aumento do volume sistólico, provoca o desenvolvimento do  $VO_2\text{max}$  (VIEIRA, 2008; ARINS, 2010). Em atletas de futebol, outros modelos de treinamento intervalado de alta intensidade, utilizando esta mesma base lógica, tem sido adotados, como a utilização de um percentual fixo (90%) da frequência cardíaca máxima (HELGERUD, 2001) ou a realização de pequenos jogos (BRAVO et al., 2008).

Em relação a valores de  $vVO_2\text{max}$  reportados pela literatura, destaca-se os dados obtidos por Da Silva et al (2010) de  $vVO_2\text{max}$  de  $17,3 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$  em 29 jogadores juniores de elite (média de idade 17,9 anos); e Chamari et al., (2005)  $vVO_2\text{max}$  de  $14,6 \pm 1,4$  em atletas adolescentes.

A  $vOBLA$  refere-se a velocidade correspondente a um concentração fixa de lactato sanguíneo de  $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$  identificada em testes incrementais máximos (com estágios de 3 min). A associação desta variável a uma concentração fixa de  $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$  foi introduzida como um método mais objetivo de analisar a curva do lactato sanguíneo ao invés de uma interpretação subjetiva, ao menos que formulas matemáticas mais complicadas sejam utilizadas (SVENSSON; DRUST, 2005)

A vOBLA corresponde a mais alta taxa de trabalho, consumo de oxigênio ou frequência cardíaca em exercício dinâmico usando grandes grupamentos musculares, em que existe um equilíbrio entre a produção e eliminação do lactato (HELGERUD et al., 2001). O acúmulo progressivo de lactato que ocorre em velocidade acima da vOBLA está relacionada à diminuição das propriedades contráteis do músculo, e pode prejudicar as atividades enzimáticas principalmente do metabolismo anaeróbio contribuindo para o surgimento precoce da fadiga (DENADAI, 1999).

A vOBLA parece também ser sensível as adaptações do treinamento do atleta de futebol. Com a melhoria da capacidade aeróbia a vOBLA ocorre em velocidades de corrida mais altas durante um teste incremental máximo (HELGERUD, 2001; SVENSSON; DRUST, 2005; MACMILLAN, 2005).

A vOBLA pode ser utilizada para fornecer informações aos atletas sobre a intensidade do treinamento. Entretanto, até o momento, as evidências para a utilização da vOBLA para a predição da performance física durante o jogo de futebol ainda não é clara (TUMILTY, 1993; HELGERUD, 2001; SVENSSON; DRUST, 2005). Desta forma, recomenda-se a utilização da vOBLA como um indicador objetivo de grandes mudanças da capacidade aeróbia do atleta após um programa de treinamento ao invés de um preditor da performance física durante um jogo.

Em relação aos valores de vOBLA identificados na literatura Da Silva et al., (2010) verificaram uma vOBLA  $13,5 \pm 1,2 \text{ km.h}^{-1}$  em 29 jogadores juniores de elite. Mcmillan et al (2005) reportaram vOBLA de  $13,6 \pm 0,25 \text{ km.h}^{-1}$  e  $14,6 \pm 0,24 \text{ km.h}^{-1}$  antes e após um mês de período de pré-temporada, respectivamente, em 37 atletas juniores de elite.

DAL PUPO (2009) sugere que altos valores das concentrações de lactato sanguíneo verificado após um esforço máximo (Lacmax) indicam elevada taxa de participação da glicólise anaeróbia. Este índice pode ser utilizado como indicativo da capacidade glicolítica (JACOBS, 1986; DAL PUPO, 2009). Entretanto, Bangsbo (1994) afirma que é necessário ter cautela ao se avaliar as concentrações de lactato sanguíneo uma vez que estas podem não refletir exatamente os eventos que ocorrem a nível intracelular. A concentração de lactato sanguíneo é o resultado final entre a taxa de produção e remoção de lactato, e ainda, diferentes indivíduos podem ter valores semelhantes de concentração de lactato sanguíneo porém taxas de produção e remoção distintas.

Neste sentido, DAL PUPO (2009) chama a atenção para o fato de que as concentrações de lactato sanguíneo indicam a solicitação da glicólise, mas não permitem nenhuma indicação sobre a utilização do sistema de fosfagênios, tornando-se, exclusivamente, um indicador da capacidade anaeróbia láctica. Por outro lado, Jacobs (1986) indica que a resposta do lactato está relacionada ao sucesso competitivo (ranking) em modalidades que envolvem esforços em intensidades supramáximas (como é o caso do futebol).

Ao mesmo tempo em que ocorrem elevações nas concentrações de lactato muscular, pode haver diminuição significativa do pH intracelular, reduzindo a atividade das enzimas glicolíticas e conseqüentemente comprometendo o fornecimento de energia (ATP) desta via (HOGAN et al., 1995). Em relação ao Lacmax, observa-se ainda que, a tolerância a diminuição do pH e/ou uma melhoria da capacidade de tamponamento parecem ser fatores importante para a performance física do jogador de futebol. (DAL PUPO, 2009; RAMPININI et al., 2009)

## **2.5 Índices neuromusculares de potência muscular ( $SJ_{alt}$ , $CMJ_{alt}$ e $SH_{dist}$ )**

O futebol é um esporte que envolve também a participação dos aspectos neuromusculares na forma de gestos explosivos (i.e. saltos verticais, saltos horizontais, *sprints* e mudanças bruscas de sentido). Segundo Dal pupo et al (2010) a potência muscular, está relacionada com importantes ações de jogo, tais como os saltos para o cabeceio e chutes. Em relação a estas observações, Rampinini et al, (2007) sugerem que avaliação da potência muscular é importante e uma prática comum entre os técnicos e cientistas do esporte.

A performance de salto é uma medida simples de potência muscular de membros inferiores e tem sido utilizada para avaliar as adaptações neuromusculares decorrentes do treinamentos dos atletas de futebol (HELGERUD, 2001). Entre protocolos de mensuração da potência de membros inferiores, destacam-se 3 mais difundidos na literatura científica, sendo eles: altura no salto SJ, altura no CMJ e a distância do SH. A principal diferença entre estes protocolos está no fato de o SJ e o CMJ serem executados no plano vertical enquanto o SH acontece no plano horizontal (JOHNSON; NELSON, 1979; BOSCO, 1982).

No SJ realizado a partir de uma posição estática e semi-agachada (90° entre a tíbia e o fêmur), é mensurado a potência muscular do atleta utilizando somente a fase

concêntrica do movimento (BOSCO et al., 1999) enquanto no CMJ o atleta realizava um contra movimento, ou seja, em movimento contínuo flexionando os joelhos até aproximadamente um ângulo de 90° (entre a tíbia e o fêmur) e estendendo-os na mais alta velocidade tentando atingir a maior altura de salto possível (BOSCO et al., 1999).

O CMJ e SH, ao contrário do SJ, contam com a participação do ciclo alongamento-encurtamento (CAE). O CAE é uma ação muscular caracterizada por um pré alongamento das fibras musculares na fase excêntrica do movimento, na qual são ativados os reflexos de estiramento e os elementos elásticos alongados, obtendo um armazenamento de energia elástica que é reutilizada na contração concêntrica (DAL PUPO, 2009).

A ação do CAE auxilia na potencialização muscular na fase final do movimento (ação concêntrica); quando comparado à ação concêntrica isolada (SJ) este mecanismo parece resultar no aumento da potência muscular (DAL PUPO, 2009).

Em relação ao SH proposto por Johnson e Nelson (1979), este é um protocolo de fácil aplicação e não requer equipamentos caros e sofisticados. Entretanto, a maioria dos dados reportados na literatura refere-se a indivíduos ativos, corredores de velocidade ou atletas de outras modalidades que não o futebol (JOHNSON; NELSON, 1979).

Em relação aos estudos que verificaram a performance de saltos verticais, Stolen et al., (2005), em um estudo de revisão, apresentam valores que variam desde 47,8 a 60,1 cm em atletas de futebol. Os goleiros atingem os valores mais altos enquanto os meio campistas apresentam os valores mais baixos (REILLY; THOMAS, 1979; WISLOFF, 1998).

Alguns autores tem reportado que jogadores profissionais parecem ter melhor performance de saltos verticais que atletas amadores (FAINA, 1988; ARNASON et al, 2004) enquanto outros não tem verificado diferença da performance de saltos entre equipes de diferentes níveis competitivos (WISLOFF et al., 1998; RAMPININI et al., 2007). Arnason (2004), verificou que a performance em saltos verticais estava correlacionada ao sucesso competitivo (classificação) entre equipes de futebol. Por outro lado, Cometti (2001) observou saltos verticais maiores de jogadores amadores comparados a jogadores sub-elite franceses e Wisloff et al., (1998) não encontraram diferenças entre na performance de saltos verticais entre o primeiro e o último time da 1ª divisão do campeonato norueguês.

Segundo Rampinini et al., (2007) a performance de saltos verticais não discriminam jogadores de diferentes níveis competitivos e sugerem que, até o momento, existem poucas evidências de que saltos verticais sejam capazes de discriminar jogadores com diferentes performances físicas durante o jogo.

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Modelo de estudo

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, quantitativa e correlacional. Tem como objetivo coletar dados sobre diferentes variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as correlações existentes entre elas (THOMAS; NELSON, 2002).

#### 3.2 Sujeitos

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não-probabilística, sendo composta por 26 jogadores universitários de futebol (idade:  $22,5 \pm 3,6$  anos; estatura:  $177,5 \pm 6,3$  cm; massa corporal:  $72 \pm 8,3$  kg; %G:  $10,8 \pm 2,03\%$ ) com  $6,9 \pm 3,9$  anos de experiência em treinamento estruturado/sistematizado da modalidade (os goleiros foram excluídos da amostra). Os atletas pertenciam à equipe de futebol da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e treinavam quatro vezes por semana e em dias diferentes (segundas, terças, quartas e sextas-feiras). Os atletas eram submetidos a sessões de treinamentos técnicos, táticos e físicos, com duração de 90 a 120 min.

#### 3.3 Procedimentos para a coleta de dados

Os atletas foram convidados a participar do estudo e esclarecidos sobre os procedimentos, riscos e benefícios da sua participação. Os atletas foram avaliados pós 3 semanas de pré-temporada. As avaliações foram organizadas do seguinte modo: Dia 1: a) antropometria; b) testes de saltos verticais em plataforma de força (SJ e CMJ); e c) teste incremental máximo de corrida em esteira rolante. Dia 2: teste de salto horizontal (SH) de campo. Dia 3: teste de capacidade de *sprints* repetidos. Para a coleta de dados, foi adotado um intervalo mínimo de 36-48h entre as avaliações. Todos os atletas assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Os procedimentos adotados no estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para pesquisas envolvendo seres humanos (protocolo nº 089/09).

### 3.3.1 Avaliação antropométrica

Foram realizadas as medidas de massa corporal (MC), estatura (ES), e dobras cutâneas (para a determinação do percentual de gordura corporal). As medidas antropométricas foram realizadas segundo o protocolo de Petroski (1999). A MC foi medida em balança eletrônica com precisão de 0,1kg (TOLEDO). A estatura foi medida no estadiômetro (SANNY) com precisão de 1mm. Para a determinação do percentual do %G dos sujeitos, foram determinadas as medidas de espessura de sete dobras cutâneas: peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdômen, supra-ilíaca e coxa. Para essas medidas, foi utilizado um adipômetro científico (CESCORF) com precisão de 1mm. A densidade corporal (DC) foi estimada a partir da equação (1) específica para atletas do sexo masculino desenvolvida por Jackson e Pollock (1978). A partir da DC dos sujeitos pôde-se determinar o %G utilizando a equação (2) de de Siri (1961).

(1) $DC = 1,112 - 0,00043499 * (\Sigma 7 \text{dobras}) + 0,00000055 * (\Sigma 7 \text{dobras})^2 - 0,00028826 * (\text{idade})$ Onde, $\Sigma 7 \text{dobras} = \text{peitoral} + \text{axilar média} + \text{tricipital} + \text{subescapular} + \text{abdômem} + \text{supra-ilíaca anterior} + \text{coxa}$
--

(2) $\%GC = [(495/DC) - 450]$
-------------------------------

### 3.3.2 Teste de saltos verticais (SJ e CMJ) em plataforma de força e salto horizontal (SH) de campo

Os atletas realizaram dois protocolos de saltos verticais: *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ), propostos por Bosco (1999), em plataforma de força Quattro Jump (KISTLER, modelo 9290AD). O objetivo destes testes foi de determinar os índices neuromusculares de potência muscular: altura no SJ ( $SJ_{alt}$ ) e altura no CMJ ( $CMJ_{alt}$ ). Antes do início dos testes os atletas foram detalhadamente instruídos sobre os protocolos de saltos e realizaram de 3 - 5 tentativas submáximas dos referidos protocolos. Foi adotado um intervalo de recuperação de 2 – 3 minutos entre cada salto. Ao final, foi registrada a maior altura de salto (em cm) obtida entre 5 tentativas válidas em cada um dos protocolos.

Protocolo de SJ: o sujeito posicionava-se sobre a plataforma de força, flexionava os joelhos formando um ângulo aproximado de  $90^{\circ}$  (entre o fêmur e a tíbia), pés paralelos e na largura dos ombros, mãos sobre a cintura durante todo o tempo, costas alinhadas e olhar no plano horizontal. Ao sinal verbal do avaliador, o indivíduo realizava um salto vertical máximo, sem movimentar para baixo o seu centro de gravidade, ou seja, não realizando o contra movimento.

Protocolo de CMJ: o sujeito posicionava-se ereto sobre a plataforma de força, mãos sobre a cintura durante todo o tempo, costas alinhadas e olhar no plano horizontal. Ao sinal verbal do avaliador, o indivíduo realizava um salto vertical máximo, com contra movimento, ou seja, em movimento contínuo flexionando os joelhos até aproximadamente um ângulo de  $90^{\circ}$  (entre a tíbia e o fêmur) e estendendo-os na mais alta velocidade tentando atingir a maior altura de salto possível (ver figura 1).



Legenda: A = posição inicial. B = ângulo do joelho próximo a  $90^{\circ}$ . C = fase aérea. D = aterrissagem.

Figura 1: Ilustração da realização do CMJ (BOSCO, 1999).

### **3.3.3 Teste de salto horizontal de campo (SH)**

O protocolo de salto horizontal proposto por Johnson e Nelson (1979) foi realizado em quadra poliesportiva coberta. Antes do início do teste, os indivíduos foram detalhadamente instruídos sobre os procedimentos de avaliação. Após, os atletas realizaram de 3 – 5 tentativas submáximas de SH. Foi adotado um intervalo de recuperação de 2 - 3 minutos entre cada salto. Ao final, a maior distância obtida entre

3 tentativas válidas foi registrada. A distância do salto foi mensurada por meio de uma trena posicionada sobre a superfície da quadra e o resultado dado em metros.

Protocolo do Salto Horizontal (SH): em pé, os sujeitos posicionavam-se imediatamente atrás da linha de partida, com os pés paralelos e na largura dos ombros. Ao sinal verbal do avaliador, os sujeitos realizavam um salto horizontal máximo para frente com livre movimentação dos braços e flexão de joelhos. A distância final do salto era dada pela distância entre o calcanhar mais próximo da linha de partida.

### **3.3.4 Teste incremental máximo de esteira**

Os atletas foram submetidos a um protocolo incremental máximo de corrida em esteira rolante até a exaustão voluntária. O objetivo deste teste foi de determinar os índices fisiológicos:  $VO_2\text{max}$ ,  $vVO_2\text{max}$  e  $vOBLA$ .

A velocidade inicial do teste foi estabelecida em  $8,0 \text{ km.h}^{-1}$  com incrementos de  $1,0 \text{ km.h}^{-1}$  a cada 3 minutos (estágio), e inclinação fixa em 1%. Ao final de cada estágio era realizado um intervalo de 30 seg para coleta de 25  $\mu\text{l}$  de sangue do lóbulo da orelha. O teste é considerado máximo quando os avaliados atingiam a exaustão e pelo menos dois dos três critérios: razão de troca respiratória maior que 1,10, frequência cardíaca superior a 90% da  $FC_{\text{max}}$  predita para a idade e concentração de lactato sanguíneo  $\geq 8 \text{ mmol.L}^{-1}$  (LAURSEN et al., 2002).

Durante o teste, o  $VO_2$  foi mensurado respiração a respiração, a partir do gás expirado, por meio de um analisador de gases portátil (K4b<sup>2</sup>, COSMED) e os dados reduzidos às médias de 15 segundos. O aparelho era calibrado antes de cada teste de acordo com as instruções dos fabricantes. A FC foi monitorada durante todo o teste por um monitor cardíaco da marca Polar®, modelo S610i permitindo o registro do comportamento da FC a cada 5 segundos.

As amostras de sangue (25  $\mu\text{l}$ ) eram coletadas do lóbulo da orelha em capilar heparinizado e imediatamente transferidas para microtubos de polietileno com tampa tipo Eppendorff de 1,5ml, contendo 50 $\mu\text{l}$  de NaF 1%. Após, os valores de concentrações de lactato sanguíneo eram verificadas utilizando um analisador

eletroquímico (modelo YSI 2700 STAT). A calibração deste equipamento era realizada sempre que necessário de acordo com as instruções do fabricante.

### **3.3.5 Teste de capacidade de sprints repetidos (CSR)**

Para mensurar a CSR, foi adotado o teste proposto por Rampinini et al., (2007). Neste teste são realizados 6 *sprints* de 40m (20m + 20m com mudança de sentido de 180°) intercalados por intervalos passivos de recuperação de 20 segundos. Este teste foi projetado para mensurar tanto a CSR quanto a habilidade do atleta em mudar de sentido (IMPELLIZZERI et al., 2008). O melhor tempo em um único *sprint* (MT), tempo médio (TM) e o percentual de diminuição da *performance* (PD) ( $PD (\%) = [(TM \div MT) \times 100] - 100$ ) foram determinados de acordo com Rampinini et al., (2007). Cinco segundos antes do início de cada *sprint* os sujeitos assumiam a posição inicial e aguardavam pelo sinal de partida.

Protocolo do teste de CSR de Rampinini et al., (2007): Os sujeitos deveriam, ao sinal, percorrer 20 m tocar o pé sobre a linha demarcada e retornar os 20 m (mudança de sentido de 180°) na máxima velocidade. Entre o término e início de cada *sprint*, o atleta se posicionava imediatamente atrás do ponto de partida e aguardava o comando verbal para uma nova largada. Durante a realização do teste, os atletas foram estimulados verbalmente a realizarem o esforço máximo. Os tempos de cada *sprint* eram registrados por meio de um par de fotocélulas eletrônicas (*Speed Test 4.0*) posicionadas no ponto de partida. Todos os testes foram realizados em quadra poliesportiva coberta.

Após o término do teste, com os sujeitos sentados, em recuperação passiva, eram coletadas amostras de sangue nos minutos 1', 3', 5', 7' e 10' para a determinação do maior valor de concentração de lactato sanguíneo (Lacmax) pós teste de CSR. Os procedimentos para coleta e análise das amostras de sangue foram os mesmos utilizados no teste incremental máximo de esteira.

### **3.4 Análise Estatística**

Foi empregada a análise descritiva (média, desvio-padrão e coeficiente de variação) para apresentação dos resultados e o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados. Para analisar a correlação dos índices fisiológicos e

neuromusculares com a CSR foi utilizada a correlação linear de Pearson. Foram adotados os seguintes critérios de classificação para as correlações  $r = 0,01$  a  $0,49$  (baixa),  $r = 0,5$  a  $0,74$  (moderada),  $r = 0,75$  a  $1$  (alta). Após, utilizou-se a regressão múltipla (adotando o método *Enter*) para identificar os coeficientes de determinação dos índices fisiológicos e neuromusculares com a CSR (MT, TM e PD). Foi adotado como critério para inserção no modelo de regressão múltipla, os índices que apresentaram correlação linear  $r \geq 0,2$  com os parâmetros de *performance* (MT, TM e PD). Foi adotado um nível de significância de  $p \leq 0,05$  em todas as análises. Para a análise dos dados foi utilizado o software estatístico SPSS® v13.0.

## 4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentadas as variáveis referentes às características dos sujeitos.

**Tabela 1.** Valores descritivos das variáveis referentes às características dos sujeitos

(n = 26)	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (cm)	Percentual de gordura (%G)
Média	22,5	72	177	10,8
DP	3,6	8,3	6,3	2,0
CV	16,0	11,5	3,5	18,5

### 4.1 Resultados do teste incremental máximo de esteira

Na tabela 2 são apresentados os valores dos índices fisiológicos obtidos em teste incremental máximo de esteira.

**Tabela 2.** Valores descritivos dos índices fisiológicos obtidos no teste incremental máximo de esteira

(n = 26)	VO <sub>2</sub> max (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	vVO <sub>2</sub> max (km.h <sup>-1</sup> )	vOBLA (km.h <sup>-1</sup> )
Média	55,4	15,2	11,5
DP	6,3	1,1	1,2
CV	11,3	7,2	10,4

### 4.2 Resultados dos testes de saltos verticais e saltos horizontais

Na tabela 3 são apresentados os valores da *performance* de saltos obtidos nos testes de saltos verticais em plataforma de força, assim como, a *performance* do salto horizontal.

**Tabela 3.** Valores descritivos dos testes de saltos verticais e salto horizontal

	SJ <sub>alt</sub>	CMJ <sub>alt</sub>	SH <sub>dist</sub>
(n = 26)	(cm)	(cm)	(m)
Média	41,8	46,1	2,24
DP	4,7	4,7	0,18
CV	11,2	10,1	8,0

#### 4.3 Resultados do teste de capacidade de *sprints* repetidos

Na tabela 4 são apresentados dos dados dos parâmetros de *performance* (MT, TM e PD) obtidos em teste de CSR e do Lacmax obtido pós teste de CSR.

**Tabela 4.** Valores descritivos das variáveis obtidas em teste de CSR

	MT	TM	PD	Lacmax
(n = 26)	(seg)	(seg)	(%)	(mmol.L <sup>-1</sup> )
Média	7,13	7,50	5,2	17,6
DP	0,24	0,21	1,6	2,6
CV	3,3	2,8	30,7	14,7

#### 4.4 Correlações entre os índices fisiológicos e a CSR

Na tabela 5 são apresentados as correlações entre os índices fisiológicos com os parâmetros de *performance* da CSR (MT, TM e PD).

**Tabela 5.** Valores descritivos das correlações entre os índices fisiológicos com os parâmetros de *performance* de CSR (MT, TM e PD).

(n = 26)	MT	TM	PD
VO <sub>2</sub> max (ml.kg.min <sup>-1</sup> )	0,09	- 0,03	- 0,25
vVO <sub>2</sub> max (km.h <sup>-1</sup> )	- 0,10	- 0,22	- 0,18
vOBLA (km.h <sup>-1</sup> )	- 0,23	- 0,44*	- 0,27
Lacmax (mmol.L <sup>-1</sup> )	- 0,29	- 0,07	0,47*

\* p ≤ 0,05

#### 4.5 Correlações entre os índices neuromusculares e a CSR

Na tabela 6 são apresentados as correlações entre os índices neuromusculares de potência muscular com os parâmetros de *performance* de CSR (MT, TM e PD).

**Tabela 6.** Correlações entre os índices neuromusculares e a CSR

(n = 26)	MT	TM	PD
SJ <sub>alt</sub> (cm)	- 0,29	- 0,37	- 0,05
CMJ <sub>alt</sub> (cm)	- 0,54**	- 0,62**	0,04
SH <sub>dist</sub> (m)	- 0,73**	- 0,69**	0,32

\*\*  $p \leq 0,01$

Na tabela 7 são apresentados os coeficientes de determinação dos índices fisiológicos e neuromusculares, obtidos pela regressão múltipla, em relação à CSR (MT, TM e PD) e o nível de significância (p-valor) destas associações.

**Tabela 7.** Valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) dos índices fisiológicos e neuromusculares em relação à CSR.

CSR	Variável independente	$R^2$	$p$
MT	SH <sub>dist</sub>	0,54	< 0,01
TM	SH <sub>dist</sub>	0,48	< 0,01
	SH <sub>dist</sub> + vOBLA	0,58	< 0,01
PD	Lacmax	0,22	< 0,05
	Lacmax + VO <sub>2</sub> max	0,32	< 0,05

A partir da análise dos coeficientes de determinação dos índices fisiológicos e neuromusculares foram identificados os modelos de predição da CSR. Em relação ao MT, identificou-se o índice neuromuscular SH<sub>dist</sub> como único preditor do MT, explicando 54% da performance desta variável. Em relação ao TM, a SH<sub>dist</sub> respondeu por 48% da variação desta performance; e quando adicionado a vOBLA, ambas responderam por 58% da variação da performance de TM. Em relação ao PD, o Lacmax explicou 22% da variação da *performance* desta variável; associado ao VO<sub>2</sub>max responderam por apenas 32% da variação do PD.

## 5. DISCUSSÃO

A partir dos índices fisiológicos ( $VO_{2max}$ ,  $vVO_{2max}$  e  $vOBLA$ ) e neuromusculares ( $SJ_{alt}$ ,  $CMJ_{alt}$  e  $SH_{dist}$ ) selecionados pelo presente estudo, o principal achado foi que, a potência muscular ( $SH_{dist}$ ) é o principal índice a explicar a performance de MT e TM enquanto os índices fisiológicos ( $vOBLA$  e  $Lacmax + VO_{2max}$ ) apresentaram uma contribuição discreta para predição da performance de CSR (TM e PD, respectivamente).

Em relação à *performance* aeróbia dos atletas avaliados, (potência aeróbia ( $VO_{2max}$  e  $vVO_{2max}$ ) e capacidade aeróbia ( $vOBLA$ )) a literatura científica é consistente em apontar valores, em média, similares em estudos avaliando jogadores amadores e/ou universitários (STOLEN et al., 2005; IMPELLIZZERI et al., 2008) e relativamente superiores em atletas treinados, profissionais e de elite (WISLOFF, 1998; CASAJÚS, 2001; HELGERUD, 2002; DA SILVA et al., 2010). Corroborando as sugestões de que, atualmente, uma elevada aptidão aeróbia é um pré-requisito para o sucesso competitivo no alto nível (TOMLIN; WENGER, 2001; RAMPININI et al., 2007; MECKEL et al., 2009)

Em comparação aos resultados obtidos no testes de saltos ( $SJ_{alt}$ ,  $CMJ_{alt}$  e  $SH_{dist}$ ) pelo presente estudo, os dados inconsistentes reportados por outros estudos (STOLEN et al., 2005; RAMPININI et al., 2007)., sugerem que estes protocolos de avaliação não são sensíveis o suficiente para diferenciar a performance de potência muscular de membros inferiores de atletas de diferentes níveis competitivos (STOLEN et al., 2005; RAMPININI et al., 2007). De fato, até o momento, a utilidade da adoção destes testes refere-se mais a verificação de efeito de treinamentos específicos (por exemplo: pliometria, potência muscular, força).

Antes de iniciar a discussão sobre a CSR é importante destacar algumas questões fundamentais que limitam e/ou que não permitem uma apropriada comparação entre os estudos. Parece estar bem descrito na literatura científica que diferentes protocolos de CSR (i.e. modo de exercício, número de *sprints*, duração dos *sprints*, tempo de recuperação e tipo de recuperação (passiva vs ativa)) geram alteração das respostas fisiológicas e conseqüentemente diferentes associações com indicadores de aptidão física (BALSOM, 1992; SPENCER et al., 2005, STOLEN et al., 2005; IMPELLIZZERI et al., 2008; MECKEL et al., 2009; RAMPININI et al., 2009; BILLAUT; BISHOP, 2010).

Meckel et al., (2009) ao submeterem o mesmo grupo (n = 33) de jogadores de futebol treinados (com idade entre 16 – 18 anos) a dois protocolos diferentes de corrida de CSR (6 x 40m e 30 seg recuperação vs 12 x 20m e 20 seg recuperação) observaram apenas uma correlação baixa a moderada da performance dos atletas nos dois testes em relação as variáveis MT (r = 0,61), TM (r = 0,7) e PD (r = 0,41).

Além das diferenças nos protocolos de avaliação da CSR, fatores como idade, sexo, nível de treinamento e modalidade dos atletas avaliados também são variáveis importantes que devem ser levadas em consideração quando da interpretação dos resultados (STOLEN et al., 2005; MECKEL et al., 2009; BILLAUT; BISHOP, 2009). Desta forma, levando em consideração as informações destacadas, sugere-se que a comparação da *performance* e das respostas fisiológicas entre diferentes grupos realizando diferentes protocolos de CSR, tende a ser meramente ilustrativas, e por isso, o presente estudo dá ênfase a discussão em torno de pesquisas que avaliaram jogadores de futebol a partir do mesmo protocolo de CSR.

Estudos tem sugerido que uma elevada potência aeróbia ( $VO_2max$ ) auxilia na recuperação entre exercícios intermitentes de alta intensidade (HELGERUD et al., 2001; TOMLIN; WENGER, 2001; BILLAUT; BISHOP, 2009; MECKEL et al., 2009). Entretanto, no presente estudo não foi verificada correlação do  $VO_2max$  com a CSR e apenas uma discreta capacidade preditiva (i.e. coeficiente de determinação) sobre o PD. De fato, tem sido observado uma associação inconsistente do  $VO_2max$  com a CSR (avaliada em diferentes protocolos) (AZIZ et al., 2000; BISHOP et al., 2003; BISHOP; SPENCER, 2004; MECKEL et al., 2009).

Os estudos que encontraram correlação desta variável com a CSR demonstraram apenas correlações baixas a moderadas (AZIZ et al., 2000; BISHOP et al., 2003; BISHOP; SPENCER, 2004; MECKEL et al., 2009; DA SILVA et al., 2010).

Rampinini et al., (2009), utilizando o mesmo protocolo de CSR, encontraram uma correlação significativa, porém baixa e moderada, entre o  $VO_2max$  ( $ml.kg.min^{-1}$ ) com o TM e o PD (r = - 0,45 e - 0,65, respectivamente) em uma amostra composta por 23 atletas de futebol (profissionais n=12 e amadores n=11). Em relação a estas informações, observa-se que as discrepâncias no padrão da atividade, e dos processos fisiológicos associados ao jogo de futebol, em contraste a um determinado valor absoluto de  $VO_2max$  identificado em teste incremental máximo, (SVENSSON; DRUST, 2005), podem explicar, em parte, os baixos valores de correlação.

O padrão de movimentação intermitente, como observado no jogo de futebol, freqüentemente demanda esforços em intensidades acima daquelas atingidas durante um teste de  $VO_2\text{max}$  (BANGSBO, 1994). A energia deve ser liberada tão logo o atleta inicie um determinado *sprint* ou corrida em alta intensidade (SVENSSON; DRUST, 2005). Baseado nestas observações, estudiosos da área tem sugerido que outros fatores, ao invés de simplesmente um determinado valor absoluto de  $VO_2\text{max}$  são mais importantes para a CSR em jogadores de futebol treinados.

Observa-se que atletas podem ter valores similares de  $VO_2\text{max}$  entretanto, adaptações aeróbias diferentes ao treinamento intermitente (característico do futebol). Esta constatação é apoiada pelo fato de que nem sempre o  $VO_2\text{max}$  se altera com o treinamento de jogadores de futebol (SVENSSON; DRUST, 2005) e que jogadores profissionais tem sua cinética de consumo de oxigênio mais rápida do que jogadores amadores (RAMPININI et al., 2009). Em laboratório, uma cinética do  $VO_2$  mais rápida refere-se a uma menor constante de tempo ( $T$  em segundos) para a componente rápida da cinética do  $VO_2$  na transição do repouso para uma determinada intensidade constante (por exemplo  $60\%VO_2\text{max}$ ) (DUPONT et al., 2005; RAMPININI et al., 2009).

Neste contexto, Rampinini et al., (2009) reportaram uma correlação significativa maior da  $T$  com o TM ( $r = 0,62$ ) do que o  $VO_2\text{max}$  ( $r = 0,45$ ). Por isso, a indicação mais atual da literatura é que a ênfase principal seja dada no desenvolvimento da  $T$ , ao invés do  $VO_2\text{max}$  visando a melhoria da CSR, em jogadores de futebol que já tem um nível de condicionamento aeróbio elevado (DUPONT et al., 2005; BAILEY et al., 2009; MCKAY et al., 2009).

Não foi encontrada correlação significativa da  $vVO_2\text{max}$  com nenhum dos parâmetros de performance da CSR (MT, TM e PD). Rampinini et al., (2007) também não encontraram correlação entre o pico de velocidade, obtido em protocolo incremental máximo (versão reduzida do *Montreal University Track Test*) com a CSR em 18 atletas de elite. Entretanto, há que se considerar que o PV representa um parâmetro de *performance* e não exatamente um fenômeno fisiológico como a  $vVO_2\text{max}$ .

Por outro lado, Da Silva et al., (2010) verificaram uma correlação significativa, porém baixa, da  $vVO_2\text{max}$  com o TM ( $r = - 0,38$ ) e PD ( $r = - 0,49$ ) em 29 jogadores juniores de elite, utilizando o protocolo de CSR proposto por Bangsbo (1994). Desta forma, mesmo levando-se em consideração que a  $vVO_2\text{max}$  tem sido descrita como o

índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia ( $VO_2\max$ ) e economia de corrida (EC) (BILAT, 1994; DENADAI, 2000; RAMPININI et al., 2007), e aparentemente mais relevante que um determinado valor absoluto de  $VO_2\max$ , esta variável não correlacionou-se a CSR.

No presente estudo, foi verificada uma correlação significativa, porém baixa, da vOBLA com o TM ( $r = - 0,44$ ). Semelhante, Da Silva et al., (2010) verificaram uma correlação significativa, porém baixa e moderada, da vOBLA com o TM ( $r = - 0,49$ ) e o Índice de Fadiga ( $r = - 0,54$ ) em atletas de elite utilizando protocolo de CSR de Bangsbo (1994). Embora estes valores de correlação sejam baixos, estes dados corroboram os estudos de Helgerud et al., (2002), Rampinini et al., (2007) e Stolen et al., (2005) que tem sugerido que, uma alta capacidade aeróbia, permite ao jogador de futebol, em teoria, a manter-se em uma intensidade mais alta e auxilia na recuperação entre exercícios intermitentes de alta intensidade típicos do jogo de futebol.

Por outro lado, velocidades acima da vOBLA resultam em um acúmulo progressivo de lactato sanguíneo, até que o indivíduo entre em exaustão, devido a interferência nos mecanismos de contratilidade intramuscular e inibição da atividade glicolítica (HOLLIDGE-HORVAT et al., 1999). Por fim, similar ao  $VO_2\max$ , a vOBLA apresentou apenas uma pequena contribuição ao modelo de regressão múltipla de predição do TM.

No presente estudo foi verificada uma alta solicitação da via glicolítica ( $17,6 \pm 2,6 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) durante o teste de CSR. Entretanto foi verificada apenas uma correlação significativa baixa do Lacmax com o PD ( $r = 0,47$ ) e uma capacidade preditiva discreta desta variável sobre o PD. Em outro estudo, Rampinini et al., (2009), avaliando 23 atletas de futebol, verificaram correlação moderada do TM e PD com índices fisiológicos relacionados a acidose metabólica (concentração sanguínea de íons hidrogênio  $[H^+]$  ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ), concentração sanguínea de bicarbonato de sódio  $[HCO_3^-]$  ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ), concentração sanguínea de lactato  $[La^-]$  ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ) obtidos em um protocolo intermitente de corrida em alta intensidade em esteira ( $10 \times 10 \text{ seg}$  a  $18\text{km.h}^{-1}$  com  $20 \text{ seg}$  de recuperação a  $5\text{km.h}^{-1}$ , e  $8\%$  de inclinação).

Em relação à influência do Lacmax sobre a CSR, não é possível afirmar com certeza, que indivíduos que tem uma maior concentração de lactato sanguíneo pós teste de CSR possuem uma maior contribuição anaeróbia glicolítica e/ou uma maior tolerância a acidose e/ou uma menor capacidade de remoção, visto que as amostras de sangue foram obtidas do lóbulo da orelha e não no músculo (BISHOP; SPENCER,

2004). De fato, indivíduos com concentrações similares de lactato sanguíneo podem ter taxas de produção e remoção diferentes (BANGSBO, 1994). Independente destas questões, como já dito, observa-se que em geral a diminuição do pH intracelular interfere nos processos contráteis da musculatura ativa reduzindo por sua vez a *performance* de CSR. Futuros estudos invasivos são necessários para auxiliar na compreensão destas questões.

Por fim, não foi observada correlação de nenhum dos índices fisiológicos com o MT. Rampinini et al., (2009) sugerem que a *performance* em um único *sprint* esta relacionada a outras fatores que não a aptidão aeróbia. O que de fato foi identificado no presente estudo pela correlação da potência muscular ( $SH_{dist}$  e  $CMJ_{alt}$ ) com o MT ( $r = -0,73$  e  $-0,54$ , respectivamente) ( $p < 0,01$ ).

A potência muscular é um importante pré requisito para as ações motoras explosivas do jogador de futebol (i.e. saltos verticais, saltos horizontais, arrancadas e mudanças de sentido) (RAMPININI et al., 2007). Por isso, a avaliação desta componente é uma prática comum entre técnicos e cientistas do exercício.

Mais especificamente, não foram encontrados na literatura estudos que investigaram a associação entre índices de potência muscular de membros inferiores com a CSR (utilizando protocolo de corrida) em jogadores de futebol. Em geral, os dados reportados são sobre a associação com a *performance* em um único *sprint* em distâncias que variam, em média, de 5 – 30 m e em atletas de diferentes modalidades (HENNESSY; KILTY, 2001; LITTLE; WILLIAMS, 2005; DAL PUPO, 2009;).

No presente estudo foi observado correlação significativa moderada de ambos os índices neuromusculares  $SH_{dist}$  e  $CMJ_{alt}$  com o MT e TM. Entretanto o  $SJ_{alt}$  não apresentou correlação com nenhum dos parâmetros de performance de CSR.

Apesar do  $CMJ_{alt}$  e do  $SH_{dist}$  serem executados, em planos diferentes (vertical vs horizontal, respectivamente) as relações destes com a CSR, ao contrário do  $SJ_{alt}$  podem ser justificadas, principalmente, pelo fato de que a *performance* nestes saltos está associada a ocorrência do ciclo alongamento-encurtamento (CAE). Segundo Dal Pupo (2009), o CAE é uma ação muscular caracterizada por um pré alongamento das fibras musculares na fase excêntrica do movimento, na qual são ativados os reflexos de estiramento e os elementos elásticos alongados, obtendo um armazenamento de energia elástica que é reutilizada na contração concêntrica. Por outro lado, o protocolo de SJ partindo de uma posição estática anula este mecanismo

Entre os índices neuromusculares, destacou-se o  $SH_{dist}$  identificado pela regressão múltipla como a variável com maior capacidade preditiva da CSR (i.e MT e TM). Observa-se que SH tem características semelhantes ao  $CMJ_{alt}$ , entretanto o fato do SH ser realizado para frente e com uma maior liberdade de movimento (livre movimentação dos braços e flexão dos joelhos) pode justificar, em parte, a sua maior capacidade preditiva.

Por fim, a análise detalhada da regressão múltipla destaca o índice neuromuscular  $SH_{dist}$ , que sozinho, respondeu por 54% da variação da performance do MT. Associado ao Lacmax este valor subiu apenas para 57%. Desta forma, entende-se que o modelo de regressão múltipla do MT refere-se apenas a  $SH_{dist}$ .

Em relação ao TM, a  $SH_{dist}$  respondeu por 48% da performance desta variável e quando adicionado ao vOBLA, ambas responderam por 58% da variação do TM. Como já destacado acima, observa-se a discreta contribuição dos índices fisiológicos em relação ao TM. Especificamente, observa-se que a vOBLA adicionou apenas 10% a este modelo de regressão. Não foram identificadas outras variáveis que contribuíssem relevantemente a explicação da *performance* de TM.

Em se tratando do PD, o Lacmax respondeu por 22% da variação desta variável e adicionando-se o  $VO_2max$ , ambas responderam por apenas 32% da variação do PD. Não foi identificada nenhuma outra variável fisiológica ou neuromuscular que contribuísse relevantemente para o coeficiente de determinação do PD.

Com relação aos baixos valores de predição do PD, tem sido identificado que o MT é o principal índice que explica o PD (SPENCER et al., 2005; BILLAUT; BISHOP, 2009). Porém, o presente estudo teve como objetivo verificar, especificamente, como os índices fisiológicos e neuromusculares influenciam a CSR, e por esta razão o MT não foi inserido no modelo de regressão múltipla. De fato, sugere-se que o PD está mais associado à incapacidade da musculatura em ressíntetizar as concentrações de fosfocreatina depletadas que propriamente a redução do pH intracelular (SPENCER et al., 2005; BILLAUT; BISHOP, 2009).

Em relação aos níveis moderados (MT e TM) e baixos (PD) dos coeficientes de determinação, obtidos pelo presente estudo, entende-se que outras variáveis intervenientes como a agilidade e a cinética do consumo de oxigênio não avaliadas no presente estudo, possam auxiliar a explicar a *performance* de CSR. Ainda, os baixos a moderados coeficientes de correlação intraclasse dos parâmetros de performance

(MT, TM e PD) reportados por Impellizzeri et al, (2008) sugerem uma possível limitação também sobre as correlações.

Independentemente, os dados obtidos no presente estudo, indicam que, à parte do treinamento específico da modalidade futebol (o jogo em si), o atleta de futebol pode se beneficiar de treinamentos físicos específicos dos índices fisiológicos e neuromusculares associados a CSR, ou seja, da potência muscular (BANGSBO, 1994; HOFF; HELGERUD, 2004; YOUNG, 2006; HOFF, 2005; STOLEN et al., 2005; VILLARREAL et al., 2009) potência aeróbia, capacidade aeróbia e tolerância a acidose metabólica e/ou capacidade de tamponamento (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2008; BRAVO et al., 2008) visando a maximização da CSR.

Importante destacar que o jogo (em si) é o principal responsável pelas adaptações orgânicas relevantes à *performance* física do atleta de futebol. Entretanto, a importância destes tipos de treinamento, mesmo que inespecíficos, visando à melhoria da CSR, deve-se ao fato de proporcionarem adaptações/sobrecargas orgânicas importantes as quais apenas o jogo de futebol não seria capaz de atingir. Observa-se que a organização e a execução destes tipos de treinamentos, voltados especificamente às variáveis fisiológicas e neuromusculares associadas a CSR, vão depender, principalmente, do parâmetro de CSR em que o atleta é mais deficitário (MT, TM e PD), do estado de treinamento/destreinamento e das características/necessidades de cada atleta.

## 6. CONCLUSÃO

A partir dos índices fisiológicos ( $VO_2\text{max}$ ,  $vVO_2\text{max}$ ,  $vOBLA$ ) e neuromusculares ( $SH_{\text{dist}}$ ,  $CMJ_{\text{alt}}$ ,  $SJ_{\text{alt}}$ ) selecionados pelo presente estudo, e da análise da regressão múltipla, pode-se concluir que:

1) a predição da performance de CSR de jogadores universitários de futebol é dependente do parâmetro de *performance* (MT, TM e PD) analisado;

2) o MT é influenciado pelo índice neuromuscular  $SH_{\text{dist}}$ ;

3) o TM é influenciado pela associação do índice neuromuscular  $SH_{\text{dist}}$  e índice fisiológico  $vOBLA$ ;

4) o PD é influenciado pela associação dos índices fisiológicos  $Lac\text{max}$  e  $VO_2\text{max}$ ;

## 7. REFERÊNCIAS

ARINS, F.B.; **Índices Fisiológicos e Neuromusculares Relacionados à Performance nas Provas de 800m e 1500m rasos**. Dissertação de mestrado – CDS/UFSC, Florianópolis, 2009.

ARNASON A; SIGURDSSON, S.B.; GUDMUNDSSON, A.; HOLME, I.; ENGBRETSSEN, L.; BAHR, R. Physical fitness, injuries, and team performance in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 2, p. 278-285, 2004.

AZIZ, A.R.; MUKHERJEE, S.; CHIA, M.Y.H; THE, K. C. Validity of the running repeated sprint ability test among playing positions and level of competitiveness in trained soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 10, p. 833 – 838, 2008.

BALSOM, P.D.; SEGER, J.Y.; SJODIN, B.; EKBLÖM, B.; Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 65, n. 2, p. 144-149, 1992.

BALSOM, P.D. (1994) Evaluation of physical performance. In: Football (Soccer). Ed: Ekblom, B. London: Blackwell Scientific Pub. 102-123.

BALSOM, P.D. High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 165, n.4, p. 337-345, 1999

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.; THORSSOE, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sports Sciences**, v.16, p.110-116, 1991.

BANGSBO, J. **Fitness training in football – A scientific approach**. Baegsvard: H+O Storm, 1994.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Science**, n. 24, v. 7, p. 665-674, 2006.

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

BAYLEY, S.J.; WILKERSON, D.P.; DIMENNA, F.J.; JONES, A.M. Influence of repeated sprint training on pulmonary O<sub>2</sub> uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 6, p. 1875-1887, 2009.

BEHM, D.G.; SALE, D.G. Velocity specificity of resistance training. **Sports Medicine**, v. 15, n. 6, p. 374-388, 1993.

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.

BILLAUT, F.; BISHOP, D. Muscle fatigue in males and females during multiple-sprint exercise. **Sports Medicine**, v. 39, n. 4, p. 257-278, 2009.

BISHOP, D.; SPENCER, M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 44, n. 1, p. 1-7, 2004

BOSCO, C.; VIITASALO, J.T.; KOMI, P.V.; LUHTANEN, P. Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle, **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 114, n. 4, p. 557-565, 1982.

BOSCO, C. **Strength assessment with the Bosco's test**. Italian Society of Sport Science, Rome, 1999.

BRAVO, F.D.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; WISLOFF. Sprint vs. interval training in football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 8, p. 668 – 674, 2008.

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

CHAMARI, K.; HACHAN, Y.; KAOUECH, F.; JEDDI, R.; MOUSSA-CHAMARI, I.; WISLOFF, U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 1, p. 24-28, 2005.

DA SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; BISHOP, D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. *In press*, 2010.

DAL PUPO, J. **Índices Fisiológicos e Neuromusculares Relacionados à Performance de Velocistas em Provas de 200 e 400 M Rasos**. Dissertação de mestrado – CDS/UFSC, Florianópolis, 2009.

DAL PUPO, J.; ALMEIDA, C. M. P.; DETANICO, D.; DA SILVA, J. F., GUGLIELMO, L.G.; SANTOS, S. G. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 12, n. 4, p. 255 – 261, 2010.

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

DUPONT, G.; MILLET, G. P.; GUINHOYA, C.; BERTHOIN, S. Relationship between oxygen uptake kinetics and performance in repeated running sprints. **European Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 1, p. 27-34, 2005

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

FAINA, M.; GALLOZZI, C.; LUPO, S.; COLLI, R.; SASSI, R.; et al. Definition of the physiological profile of the soccer player. In Reilly et al. (Eds) **Science football**, p. 158-163, 1988.

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

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

HENNESSY, L.; KILTY, J. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.15, n.3, p.326-331, 2001.

HOFF, J.; HELGERUD, J. Endurance and strength training for soccer players. **Sports Medicine**, v. 34, n. 3, p.165-180, 2004.

HOFF, J. Training and testing physical capacities for elite soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 6, 573-582, 2005.

HOFF, J.; WISLÖFF, U.; ENGEN, L. C.; HELGERUD, J. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v.36, p. 218-221, 2002.

HOGAN, M.C.; GLADDEN, B.; KURDAK, S.S.; POOLE, D.C. Increased [lactate] in working dog muscle reduces tension development independent of pH. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.27, n.3, p.371-7, 1995.

HOLLIDGE-HORVAT, M.G.; PAROLIN, M.L.; WONG, D.; JONES, N.L.; HEIGENHAUSER, G.J.; Effect of induced metabolic acidosis on human skeletal muscle metabolism during exercise. **American Journal of Physiology**, p. 647-658, 1999.

IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI E.; BISHOP, D.; BRAVO, D.F.; TIBAUDI, A., WISLOFF, U. Validity of a repeated-sprint test for football. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 11, p. 899-905, 2008.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized Equations for Predicting Body Density of Men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, p. 497-504, 1978.

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

- JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1979.
- KRUSTRUP, 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.
- KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; NYBO, L.; JENSEN, J. M.; NIELSEN, J.J.; BANGSBO, J. The yo-yo IR2 test: physiological response. Reliability, and application to elite soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.38, n.9, p.1666-1673, 2006.
- 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.
- LITTLE, T.; WILLIAMS, A.G. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 1, p. 76-78, 2005.
- MCKAY, B.R.; PATERSON, D.H.; KOWALCHUK, J.M. Effect of short-term high-intensity interval training vs continuous training on O<sub>2</sub> uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 1, p. 128-138, 2009.
- MECKEL, Y.; MACHNAI, O.; ELIAKIM, A. Relationship among repeated sprint tests, aerobic fitness and anaerobic fitness in elite adolescent soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 163 – 169, 2009
- 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.
- MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Science**, v. 21, n. 7, p. 519-528, 2003.
- 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.
- PETROSKI, E, L. (Org). **Antropometria: Técnicas e Padronizações**. 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Palotti, 1999.
- RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S.M.; BRAVO, D.F.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Validity of simple Field test as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, n.3, p.228-235, 2007.

RAMPININI, E.; SASSI, A.; MORELLI, A.; MAZZONI, S.; FANCHINI, M.; COUTTS, A.J. Repeated-sprint ability in Professional and amateur soccer players. **Applied Physiology and Nutritional Metabolism**, v. 34, p. 1048-1054, 2009.

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

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

RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J.E.; MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.40, n.2, p.162-169, 2000.

SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In: J. Brozek & A. Henschel (eds). *Techniques for measuring body composition*. Washington, DC: **National Academy of Sciences**, p.223-244, 1961.

SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, D., et al. Physiological and Metabolic Responses of Repeated-Sprint Activities: Specific to Field-Based Team Sports. **Sports Medicine**, v.35, n.12, p.1025-44, 2005.

STOLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C. WISLOFF, U. Physiology of soccer. **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.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3<sup>a</sup> ed. 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.

TUMILTY, D. Physiological characteristics of elite soccer players. **Sports Medicine**, v. 16, n.2, p.80-96,1993.

ZACHAROGIANNIS, E.; PARADISIS, G.; TZIORTZIS, S. An Evaluation of Tests of Anaerobic Power and Capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n.5, p.116, 2004.

VIEIRA, G. **Predição da Performance Aeróbia Por Meio de Testes de Campo e de Laboratório em Corredores de Endurance**. Dissertação de mestrado – CDS/UFSC, Florianópolis, 2008.

VILLARREAL, E.S.S.; KELLIS, E.; KRAEMER, W.J.; IZQUIERDO, M. Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-

analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 2, p. 495-506, 2009.

WISLOFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, p. 285-288, 2004.

WISLOFF, U.; HELGERUD, J.; HOFF, J. Strength and endurance of elite soccer player. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, n.3, p. 462 – 467, 1998.

WRAGG, C. B.; MAXWELL, N. S.; DOUST, J. H. Evaluation of the reliability and validity of a soccer-specific field test of repeated sprint ability. **European Journal of Applied Physiology**, v.83, p.77 – 83, 2000.

YOUNG, W.B. Transfer of strength and power training to sports performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, p. 74-83, 2006.

