



UNIVERSIDADE DE LISBOA  
FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



## **Caracterização das respostas fisiológicas em jogos de campo reduzido para futebol**

Dissertação elaborada com vista à obtenção do Grau de  
Mestre em Treino de Alto Rendimento

**Orientador:** Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

**Júri:**

**Presidente**

Professor Doutor José Henrique Fuentes Gomes Pereira

**Vogais**

Professora Doutora Anna Georgievna Volossovitch

Professor Doutor Ricardo Filipe Lima Duarte

**César Augusto lemos**

**2014**

***“Conhece-te, aceita-te, supera-te”***

Santo Agostinho

***“Uma jornada de mil quilómetros começa pelo primeiro passo”***

Lao Tsu

## Agradecimentos

Não é fácil de expressar numa simples folha de papel os sentimentos de gratidão em relação àqueles que, de maneiras distintas, contribuíram para a concretização deste projeto. Foram muitos os colaboradores que serão, para sempre, recordados em minha memória.

Primeiramente gostaria de agradecer ao grande amigo Eduardo que, quando ainda morávamos na Nova Zelândia, foi o primeiro a me passar informações a respeito da FMH e de Portugal, sendo, sem sombra de dúvidas, decisivas na minha decisão de escolha.

Ao António, Luciana e família pelo carinho, acolhimento e ajuda imensurável ao longo de toda a minha estadia em Portugal, facilitando, e muito, minha adaptação ao País.

À Professora Doutora Margarida Espanha por toda a atenção, suporte e prestatividade, principalmente, durante todo o meu processo de inscrição.

À todos os meus colegas de classe, cada um à sua maneira, pelos momentos e oportunidades que tivemos de debater, compartilhar e vivenciar, juntos, ideias centradas no desenvolvimento daquilo que era nosso bem comum, o desporto.

À todos os meus professores por toda a sabedoria e ensinamentos inestimáveis das quais foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Gomes Pereira por tudo que aprendi no âmbito da sua disciplina, Metabolismo Energético e Função Cardiorrespiratória, pela simpatia e prestimosidade que sempre demonstrou quando solicitado, além do voto de confiança por acreditar neste projeto.

Ao amigo Daniel pelos grandes momentos de apoio mútuo que compartilhamos.

À minha namorada, Chelsea, pelo apoio incondicional e compreensão que teve durante todo esse período.

Ao amigo Carlos pela disponibilidade em ajudar e preocupação constante que sempre manifestou, fosse com uma palavra, um ato ou qualquer outra forma de demonstrar que estava ao meu lado.

Ao amigo Lucas, parceiro incondicional em nossos desbravamentos ao redor do mundo, obrigado por um dia ter decidido seguir, juntos, o caminho da incerteza em prol de uma causa em comum.

Ao amigo, Professor Doutor Cristian Cortez, primeiramente, por ser a pessoa que mais inspirou os meus anseios em fazer um Mestrado. Segundo, por toda a ajuda que prestou com o material para minha pesquisa e paciência em explicar e tirar dúvidas a respeito da recolha de amostras sanguíneas, além da vibração e alegria que claramente transmitia por estar ajudando a concretizar o meu sonho.

À Universidade de São Paulo, em especial ao Diretor da Escola de Educação Física e Esporte, o Professor Doutor Carlos Eduardo Negrão, aos Professores Doutores Valmor Tricoli e Claudia Forjaz (Coordenadora do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora), ao Mestre Edson Degaki (Técnico do Laboratório de Determinantes Energéticos de Desempenho Esportivo) e ao Mestre Natan Junior (Especialista do Laboratório de Hemodinâmica da Atividade Motora). Obrigado a todos vocês pelo acolhimento e enorme colaboração com a disponibilização dos cardiófrequencímetros, CD do teste de yo-yo e acesso ao laboratório para a análise das amostras sanguíneas.

Ao preparador físico e amigo Dario Rodrigues, a toda diretoria das divisões de base do C.A. Bragantino e a todos os jogadores que se prontificaram a participar deste estudo.

Ao amigo Ricardo Santos pelo apoio incondicional durante a recolha dos dados.

Aos meus pais, Régis e Elza, e irmãos pelo carinho, entendimento, auxílio e exemplos imprescindíveis que sempre me deram, sem os quais eu não seria capaz de chegar aonde cheguei.

E finalmente, àquele que ao longo de todo esse percurso, iluminou os passos que eu haveria de dar e ordenou meticulosamente cada desafio que haveria de passar, sempre, no intuito de me preparar para o passo seguinte, o nosso grande e glorioso DEUS.

## Índice geral

Agradecimentos .....	iii
Índice geral .....	v
Índice de tabelas .....	viii
Índice de gráficos .....	x
Índice de figuras .....	xi
Resumo .....	xii
Abstract .....	xiii
Lista de abreviaturas e símbolos .....	xiv
I. INTRODUÇÃO .....	01
1.1. Enquadramento geral .....	02
1.2. Pertinência do estudo .....	03
1.3. Objetivos do estudo .....	04
1.4. Hipóteses .....	05
II. REVISÃO DE LITERATURA .....	06
2.1. Caracterização das exigências do futebol .....	07
2.1.1. Gerais .....	07
2.1.2. Antropométricas .....	07
2.1.3. Fisiológicas .....	08
2.1.4. Metabólicas .....	12
2.1.4.1. Sistema Anaeróbio .....	12
2.1.4.2. Sistema Aeróbio .....	13
2.2. Métodos de treino para desenvolver a resistência do jogador .....	15
2.2.1. Contínuo .....	17
2.2.2. Por intervalos .....	18
2.2.3. Integrado (JCR) .....	20
2.3. Relação entre a carga de treino, a recuperação e o desempenho .....	22
2.3.1. Fadiga .....	25
2.3.2. Sobressolicitação e Síndrome do Sobretreino .....	25
2.4. Métodos de controlo da intensidade do exercício .....	27
2.4.1. Global Positioning System (GPS) .....	27
2.4.1.1. Principais limitações práticas dos aparelhos de GPS .....	28
2.4.2. Consumo de oxigénio (VO <sub>2</sub> ) .....	29
2.4.2.1. Principais limitações práticas do VO <sub>2</sub> .....	32

2.4.3. Frequência cardíaca (FC).....	33
2.4.3.1. Principais limitações práticas da FC .....	38
2.4.4. Percepção subjetiva de esforço (PSE) .....	40
2.4.4.1. Principais limitações práticas da PSE.....	42
2.4.5. Lactatemia .....	43
2.4.5.1. Principais limitações práticas da lactatemia.....	46
2.5. Relação entre as variáveis fisiológicas: FC, PSE e níveis de $La^-$ .....	47
2.6. Teste de Yo-Yo intermitente de recuperação – nível II (YYIRT2) .....	49
III. METODOLOGIA .....	52
3.1. Caracterização da amostra .....	53
3.2. Instrumentos .....	54
3.3. Procedimentos de Recolha .....	54
3.3.1. Medidas antropométricas .....	55
3.3.2. YYIRT2 .....	55
3.3.3. PSE.....	55
3.3.4. Níveis de $La^-$ e análises sanguíneas .....	56
3.3.5. FC .....	56
3.4. Períodos de recolha .....	57
3.5. Procedimentos estatísticos .....	57
IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	58
4.1. Resultados do YYIRT2, $FC_{rep}$ , $FC_{max}$ e $FC_{res}$ .....	59
4.2. Comparações interindividuais e análises inferenciais das variáveis fisiológicas: níveis de $La^-$ , $FC_{med}$ e PSE .....	60
4.2.1. Níveis de $La^-$ em repouso .....	60
4.2.2. Variações interindividuais dos níveis de $La^-$ pós-exercício e zonas de intensidade .....	60
4.2.3. Análise inferencial dos níveis de $La^-$ pós-exercício .....	61
4.2.4. Variações interindividuais da $FC_{med}$ .....	62
4.2.5. Variações interindividuais da $\%FC_{max}$ e zonas de intensidade .....	63
4.2.6. Análise inferencial dos valores da $FC_{med}$ .....	64
4.2.7. Variações interindividuais dos valores da PSE .....	64
4.2.8. Análise inferencial dos valores da PSE .....	65
4.3. Investigação da relação entre as variáveis fisiológicas.....	66
4.4. Análise do coeficiente de variação .....	67
V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	69

5.1. Análise do YYIRT2.....	70
5.2. Análise dos JCR e comparação com outros estudos .....	71
5.3. Análise dos JCR e comparação com jogos de futebol.....	72
5.4. Análise inferencial das variáveis fisiológicas .....	73
5.4.1. FC <sub>med</sub> .....	73
5.4.2. Níveis de La <sup>-</sup> .....	75
5.4.3. Valores da PSE .....	77
5.5. Relação entre as variáveis fisiológicas estudadas.....	78
VI. CONCLUSÕES .....	80
VII. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PROPOSTAS PARA FUTUROS PROJETOS .....	82
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	84
IX. ANEXOS .....	107

## Índice de tabelas

Tabela 1. Características antropométricas de diversas populações .....	08
Tabela 2. Distâncias percorridas em diferentes zonas de intensidade. DC: defesa central, DE: defesa lateral, MC: médio centro, ME: médio ala, A: avançado. Adaptado de Di Salvo <i>et al.</i> (2007) .....	09
Tabela 3. Zonas de intensidade básicas para o treino de resistência. Adaptado de Alves (2011) .....	16
Tabela 4. Valores da FC em jogadores de futebol durante jogos competitivos. Adaptado de Dellal <i>et al.</i> (2012).....	34
Tabela 5. Princípios do treino aeróbio. Adaptado de Bangsbo (1996).....	36
Tabela 6. Correspondência entre os valores relativos ao $VO_{2max}$ , $FC_{res}$ e $FC_{max}$ para a caracterização da intensidade dos exercícios de treino (Alves, 2011).....	37
Tabela 7. Escala de Borg de 15 níveis. Adaptado de Jurado & Borin (2006) .....	41
Tabela 8. Níveis de $La^-$ em diferentes momentos do jogo.....	45
Tabela 9. Caracterização global da amostra .....	53
Tabela 10. Resultados do YYIRT2 e variáveis fisiológicas.....	59
Tabela 11. Níveis de $La^-$ em repouso .....	60
Tabela 12. Zonas de intensidade do $La^-$ .....	61
Tabela 13. Zonas de intensidade da FC .....	63
Tabela 14. Variações interindividuais dos valores da PSE.....	65

Tabela 15. Resultados da correlação de Pearson.....	66
Tabela 16. Valores do COV .....	68

## Índice de gráficos

Gráfico 1. Distâncias relativas percorridas por jogadores de linha durante partidas de futebol, subdivididas em diferentes categorias (Reilly & Thomas, 1976) .....	10
Gráfico 2. Percentagem (%) das zonas de velocidade mais atuantes em decorrência da distância total percorrida em posse da bola (Carling, 2010) .....	11
Gráfico 3. Níveis de $La^-$ pós-exercício .....	61
Gráfico 4. Análise inferencial dos níveis de $La^-$ pós-exercício.....	62
Gráfico 5. Variações interindividuais da $FC_{med}$ .....	62
Gráfico 6. Variações interindividuais da $\%FC_{max}$ .....	63
Gráfico 7. Análise inferencial dos valores da $FC_{med}$ .....	64
Gráfico 8. Análise inferencial dos valores da PSE .....	66
Gráfico 9. Diagrama de dispersão das variáveis níveis de $La^-$ e $FC_{med}$ .....	67

## Índice de figuras

Figura 1. Adaptação do modelo: estímulo – fadiga – recuperação – adaptação (Yakovlev, 1972) .....	23
Figura 2. O modelo “tesoura” da inter-relação entre estresse e recuperação (Kellmann, 2002) .....	24
Figura 3. Paralelismo psicofisiológico: destreino – sobretreino (Polman & Houlihan, 2004) .....	26
Figura 4. Fatores fisiológicos limitantes do $VO_{2max}$ (Basset & Howley, 2000).....	30
Figura 5. Ritmo circadiano da temperatura retal. Adaptado de Reilly (1996).....	38

## Resumo

Os jogos de campo reduzido (JCR) tem sido, ao longo dos anos, extensivamente utilizados como método de treino eficaz para jogadores de futebol. O objetivo deste estudo foi verificar as diferenças no impacto fisiológico entre dois protocolos de JCR, intermitente e contínuo. A amostra para este trabalho foi constituída por jogadores de futebol do género masculino,  $n= 10$ , (massa corporal,  $69.9 \pm 5.06$  kg; idade,  $18.12 \pm 0.83$ ;  $VO_{2max}$ ,  $49.61 \pm 0.49$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) de uma equipa brasileira que disputou o campeonato paulista sub20, na época 2013. Os JCR apresentavam as mesmas dimensões de área, 25 x 36 m, sendo 90 m<sup>2</sup> / jogador. O protocolo intermitente foi jogado em quatro séries de 4-min cada, intercaladas com 2-min de pausa ativa. Já o formato contínuo foi constituído por uma série única de 16-min. As variáveis fisiológicas estudadas foram: a frequência cardíaca média ( $FC_{med}$ ), os níveis de lactato ( $La^-$ ) sanguíneo e os valores de percepção subjetiva de esforço (PSE). Os resultados obtidos demonstraram haver diferenças significativas ( $p<0.05$ ) nas  $FC_{med}$  ( $165 \pm 10.44$  b·min<sup>-1</sup>;  $151 \pm 11.85$  b·min<sup>-1</sup>) e nos níveis de  $La^-$  ( $3.25 \pm 1.4$  mmol.L<sup>-1</sup>;  $1.89 \pm 0.87$  mmol.L<sup>-1</sup>), entre os JCR intermitente e contínuo, respectivamente. Porém, não foram achadas diferenças significativas nos valores de PSE ( $5 \pm 1.77$ ;  $4 \pm 1.6$ ). Além disso, os resultados da correlação de Pearson demonstraram que não há relação entre as variáveis fisiológicas estudadas. Quanto ao coeficiente de variação (COV), os níveis de  $La^-$  apresentaram os maiores valores (43.07 e 46.03%) ao passo que a  $FC_{med}$  obteve os menores (6.32 e 7.84%). As informações obtidas através deste estudo sugerem que o JCR intermitente apresentou o maior impacto fisiológico, considerando as variáveis fisiológicas,  $FC_{med}$  e níveis de  $La^-$ , em relação ao JCR contínuo. Além disso, de acordo com os valores obtidos de  $FC_{med}$ , ambos os protocolos mostraram-se eficientes em reproduzir o impacto fisiológico médio de jogos oficiais (80-90% da FC máxima –  $FC_{max}$ ), sendo o JCR intermitente ótimo para o desenvolvimento do limiar anaeróbio individual (85-90% da  $FC_{max}$ ).

**Palavras-chave:** jogos de campo reduzido, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço, níveis de lactato, teste de yo-yo, futebol e fisiologia.

## Abstract

The small-sided games (SSG) have been largely used throughout the years as an efficient training method for football players. The aim of this study was to verify the differences between the physiological responses of two SSG protocols, intermittent and continuous. The sample for this project was composed of male football players,  $n= 10$ , (body mass,  $69.9 \pm 5.06$  kg; age,  $18.12 \pm 0.83$ ;  $VO_{2max}$ ,  $49.61 \pm 0.49$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), from a Brazilian team which participated in the under 20 paulista's championship, during the 2013 season. The SSG had the same dimensions in the area, 25 x 36 m, 90 m<sup>2</sup> / player. The intermittent protocol was performed in four sets of 4-min periods, interspersed with 2-min of active recovery. The continuous format consisted of a 16-min single set. The physiological variables studied were: the mean heart rate ( $HR_{mean}$ ), the blood lactate ( $La^-$ ) levels and the rate of perceived exertion (RPE). The results showed significant differences ( $p<0.05$ ) in the  $HR_{mean}$  ( $165 \pm 10.44$  b·min<sup>-1</sup>;  $151 \pm 11.85$  b·min<sup>-1</sup>) and in the  $La^-$  levels ( $3.25 \pm 1.4$  mmol.L<sup>-1</sup>;  $1.89 \pm 0.87$  mmol.L<sup>-1</sup>), between the intermittent and continuous SSG, respectively. However, there were no significant differences in the RPE values ( $5 \pm 1.77$ ;  $4 \pm 1.6$ ). Furthermore, the Pearson's correlation results showed that there is no relationship between the physiological variables studied. Regarding the coefficient of variation (COV), the blood  $La^-$  levels showed the highest values (43.07 and 46.03%) whilst the  $HR_{mean}$  obtained the lowest (6.32 and 7.84%). The information obtained through this study suggests that the intermittent SSG presented the highest physiological impact, with regards to the physiological variables,  $HR_{mean}$  and blood  $La^-$  levels, in relation to the continuous SSG. Moreover, according to the  $HR_{mean}$  values obtained, both protocols demonstrated to be efficient in reproducing the physiological demands of official match-play games (80-90% of maximum HR –  $HR_{max}$ ), and the intermittent SSG was a great way to develop the individual anaerobic threshold (85-90% of  $HR_{max}$ ).

**Key words:** small-sided games, heart rate, rate of perceived exertion, lactate levels, yo-yo test, football and physiology.

## Lista de abreviaturas e símbolos

% – percentagem

%FC<sub>max</sub> – percentagem da frequência cardíaca máxima

%FC<sub>pico</sub> – percentagem da frequência cardíaca de pico

%FC<sub>res</sub> – percentagem da frequência cardíaca de reserva

%VO<sub>2max</sub> – percentagem do consumo de oxigénio máximo

(a – v)O<sub>2</sub> – diferença arteriovenosa

[La<sup>-</sup>] – concentração de La<sup>-</sup>

ATP – adenosina trifosfato

b·min<sup>-1</sup> – batimentos por minuto

CE – carga externa

CI – carga interna

cm – centímetros

CO<sub>2</sub> – dióxido de carbono

COV – coeficiente de variação

CP – creatina fosfato

CT – carga de treino

EEML – estado estacionário máximo de lactato

FC – frequência cardíaca

FC<sub>max</sub> – frequência cardíaca máxima

FC<sub>med</sub> – frequência cardíaca média

FC<sub>pico</sub> – frequência cardíaca de pico

FC<sub>rep</sub> – frequência cardíaca de repouso

FC<sub>res</sub> – frequência cardíaca de reserva

FC<sub>sub</sub> – frequência cardíaca submáxima

GPS – global positioning system

GR – guarda-redes

H<sup>+</sup> – iões de hidrogénio

Hz – hertz

JCR – jogos de campo reduzido

JDC – jogo desportivo coletivo

K<sup>+</sup> – iões de potássio

Kg – quilograma

Km – quilómetros

Km.h<sup>-1</sup> – quilómetros por hora  
l·min<sup>-1</sup> – litros por minuto  
La<sup>-</sup> – lactato  
LAer – limiar aeróbio  
LAna – limiar anaeróbio  
LL – limiar láctico  
m – metros  
min – minutos  
ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> – mililitro por quilograma minuto  
mmol.L<sup>-1</sup> – milimoles por litro de sangue  
Na<sup>+</sup> – iões de sódio  
NADH – nicotinamida adenina dinucleotídeo reduzida  
O<sub>2</sub> – oxigénio  
PSE – percepção subjetiva de esforço  
Q – débito cardíaco  
Qmax – débito cardíaco máximo  
RSA – repeated-sprint ability  
s – segundos  
SIT – sprint interval training  
UA – unidades arbitrárias  
VAM – velocidade aeróbia máxima  
V<sub>E</sub> – ventilação minuto  
VO<sub>2</sub> – consumo de oxigénio  
VO<sub>2max</sub> – consumo máximo de oxigénio  
vs. – versus  
YYIRT2 – teste de Yo-Yo intermitente de recuperação – nível II  
µL – microlitros

## I. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento geral

Ainda há muita controvérsia sobre a história da origem do futebol, todavia tudo leva a crer que seu início deu-se na Inglaterra em meados de 1840. O primeiro clube de futebol surgiu na cidade de Sheffield, em 1855, no Condado de York (Duarte, 1997).

Desde o seu surgimento até os tempos atuais, o futebol têm se consolidado como um dos desportos mais populares do mundo. Este caracteriza-se, prioritariamente, por esforços intermitentes prolongados e de altas intensidades. Além disso, o seu sucesso é dependente de vários fatores, tanto individuais como coletivos. Os individuais são, geralmente, relacionados aos aspectos: técnico, tático, físico e psicológico. Quanto aos coletivos, na maioria das vezes, são complexos e dependem da: organização da equipa, estilo de jogo, cooperação interindivíduos, espírito de equipa, comunicação, entre outros fatores (Bangsbo *et al.*, 1991; Mohr *et al.*, 2003b; Stolen *et al.*, 2005; Withers *et al.*, 1982).

Apesar de muito se especular a respeito dos múltiplos fatores que concorrem para o êxito, no futebol continua a ser verdade que o treino constitui a forma mais importante e influente de preparação dos jogadores para a competição (Garganta, 2004). Baseando-se nessa perspectiva e com o intuito de alcançar melhorias no desempenho, Alexiou & Coutts (2008) sugerem que o treino físico devia ser prescrito de acordo com as características individuais de cada atleta. No entanto, em jogos desportivos coletivos (JDC), como o futebol, as sessões de treino são geralmente conduzidas em grupos, o que reduz a probabilidade dos jogadores em receberem cargas de treino (CT) individualizadas.

Atualmente, o futebol encontra-se em um ritmo de evolução muito acelerado, a alta competitividade, além de calendários sobrecarregados, entre outros fatores, fazem com que o grau de exigências perante as equipas seja cada vez mais elevado. Por essas e outras razões, a otimização das sessões de treino passou a ser um bem necessário a qualquer equipa de alto nível. Considerando tal necessidade, alguns clubes de elite têm integrado os aspectos tático e técnico dos jogadores no treino das suas qualidades físicas (Bangsbo *et al.*, 2006). Um dos métodos mais efetivos com tais características são os jogos de campo reduzido (JCR) que se popularizaram no âmbito futebolístico. Segundo Hill-Haas *et al.* (2011) os JCR são jogados em campos com áreas reduzidas,

geralmente, fazendo-se o uso de regras modificadas e envolvendo um número menor de jogadores do que um jogo de futebol tradicional.

Devido ao fato da movimentação dos jogadores durante os JCR ser esporádica e difícil de controlar externamente, a princípio, havia uma preocupação de que a variabilidade na taxa de trabalho entre eles poderia ser relativamente alta, o que aumentaria, desse modo, o risco de alguns jogadores treinarem a intensidades inapropriadas. Apesar disso, uma avaliação do impacto fisiológico de cada sessão permite o controle preciso da carga interna (CI) de treino, prevenindo, assim, os estados indesejados de sobretreino ou subtreino e, também, para ter a certeza de que os jogadores encontram-se no melhor nível de aptidão física, indispensável para a competição (Little & Williams, 2007).

Diversos estudos relacionados aos JCR para futebol têm demonstrado que tanto as respostas fisiológicas, por exemplo: frequência cardíaca (FC), níveis de lactato sanguíneo ( $La^-$ ), percepção subjetiva de esforço (PSE), entre outras variáveis; como os aspectos técnicos, podem ser modificados a partir da alteração de alguns fatores, tais como: o tamanho do campo, o número de jogadores, as regras do jogo e o incentivo do técnico (Grant *et al.*, 1999a, b; Little & Williams, 2006, 2007; Owen *et al.*, 2004; Platt *et al.*, 2001; Williams & Owen, 2007).

De acordo com Owen *et al.* (2011); Platt *et al.* (2001), jogadores constantemente expostos a tais estímulos, a partir de movimentos funcionais, têm demonstrado melhorias na capacidade de decisão, habilidade técnica, conhecimento tático e aptidão física. Em outro estudo, Impellizzeri *et al.* (2006) demonstraram que doze semanas de treino aeróbio intervalado, realizados a partir de JCR, foram suficientes para a melhoria dos níveis de aptidão física e desempenho aeróbio para o jogo.

## **1.2. Pertinência do estudo**

Como já enfatizado anteriormente, a avaliação da CI de treino é um procedimento muito relevante, principalmente, em JDC, onde a carga externa (CE), geralmente, é a mesma para cada membro da equipa por causa do uso extensivo de exercícios em grupo, como nos JCR (Bangsbo, 1994). Em vista disso, o grande desafio dos profissionais envolvidos

no âmbito futebolístico é caracterizar e ter o controlo do impacto fisiológico de tais atividades.

Apesar da vasta quantidade de trabalhos que têm sido realizados a respeito dos JCR, infelizmente, muitos deles não têm usado relações consistentes entre trabalho / descanso. Há uma grande variação no comprimento, duração, número das cargas de trabalho e intervalos de descanso entre os estudos, o que torna a comparação difícil (Hill-Haas *et al.*, 2011).

Pelo que se tem conhecimento, há apenas dois estudos realizados (Hill-Haas *et al.*, 2009b; Balsom *et al.*, 1999), até o presente momento, que compararam as repostas fisiológicas entre JCR de carácter intermitente e contínuo. No entanto, os resultados apresentados por ambos são contraditórios.

Por essas razões, o presente estudo pretende colaborar com esse processo investigativo e dentro daquilo que se propõe a estudar, o impacto fisiológico de JCR, trazer possíveis respostas e / ou considerações que, no final, contribuam com um melhor entendimento dessa área tão extensa.

Portanto, um estudo a respeito das diferenças no impacto fisiológico entre métodos distintos de JCR pode fornecer a treinadores e até mesmo atletas, informações importantes sobre os aspectos a serem explorados a partir de tais métodos de treino.

### **1.3. Objetivos do estudo**

O objetivo geral deste trabalho será caracterizar as respostas fisiológicas das variáveis: níveis de  $La^-$ , FC média ( $FC_{med}$ ) e valores da PSE; em dois protocolos de JCR, intermitente e contínuo. Além disso, os resultados obtidos para tais parâmetros fisiológicos serão discutidos e defrontados com os exigidos em jogos oficiais.

Portanto, o grande propósito deste estudo será, através de análises inferenciais, identificar a existência de diferenças no impacto fisiológico entre dois métodos distintos de JCR, além de verificar o nível de correlação entre as variáveis fisiológicas

mencionadas acima. Para tal investigação, será utilizada a mesma padronização de jogo em ambos os regimes de JCR.

#### **1.4. Hipóteses**

A elaboração de hipóteses permite tentar responder ao objetivo central do estudo.

H1: Há diferenças significativas nos resultados das variáveis fisiológicas: níveis de  $La^-$ ,  $FC_{med}$  e valores da PSE; entre os dois protocolos de JCR;

H0(1): Não há diferenças significativas nos resultados das variáveis fisiológicas: níveis de  $La^-$ ,  $FC_{med}$  e valores da PSE; entre os dois protocolos de JCR;

H2: Há correlação significativa entre as variáveis fisiológicas: níveis de  $La^-$ ,  $FC_{med}$  e valores da PSE; nos dois protocolos de JCR;

H0(2): Não há correlação significativa entre as variáveis fisiológicas: níveis de  $La^-$ ,  $FC_{med}$  e valores da PSE; nos dois protocolos de JCR.

## II. REVISÃO DE LITERATURA

## **2.1. Caracterização das exigências do futebol**

### **2.1.1. Gerais**

O futebol é um JDC disputado entre duas equipas, sendo que cada uma é constituída por dez jogadores de linha e um guarda-redes (GR). O jogo é realizado numa área retangular demarcada com linhas de fundo e laterais, no caso das primeiras, devem ter comprimentos menores que as laterais. Em jogos oficiais, considera-se para as linhas de fundo um mínimo de 45 m ou máximo de 90 m. No caso das laterais, deve-se ter um mínimo de 90 m ou máximo de 120 m. No entanto, em partidas internacionais, esses valores podem variar entre 100 a 110 m de comprimento e 64 a 75 m de largura (FIFA, 2012).

O tempo total de jogo é de 90-min, subdivididos em duas partes de 45-min, além do tempo acrescido pelo árbitro decorrente do tempo perdido durante o jogo (Castelo, 1996). É importante ressaltar que, o jogo pode ter início mesmo sem o número recomendado de jogadores, sendo permitido um mínimo de sete por equipa para o início da partida. As equipas têm o direito de realizar substituições no decorrer do jogo, sendo três o número máximo permitido. As balizas devem conter uma distância de 7.32 m entre os postes e 2.44 m do solo ao travessão (FIFA, 2012).

### **2.1.2. Antropométricas**

A simples tarefa de medir o peso corporal constitui um elemento básico para o monitoramento da condição física em jogadores de futebol. Contudo, a composição corporal possui um papel muito mais importante para o sucesso no desempenho, pois o excesso de gordura é, claramente, considerado uma desvantagem no futebol (Hoshikawa *et al.*, 2005).

De acordo com Reilly (1994b) a percentagem (%) de gordura corporal em jogadores de futebol tem sido reportada estar perto dos 10%, valor considerado tão baixo quanto de outros competidores desportivos, exceto para atletas de elite de provas de resistência.

Com relação ao tamanho corporal, clubes de futebol de elite são caracterizados por apresentarem uma relativa heterogeneidade entre seus jogadores. Segundo Reilly (1990), citado por Reilly *et al.* (2000), a média geral dos valores de estatura e massa corporal de nove equipas profissionais foi  $1.77 \pm 0.15$  m e  $74.0 \pm 1.6$  kg, respectivamente. Contudo, é preciso ter cautela quando comparar diferentes populações devido às diferenças de somatótipo.

**Tabela 1. Características antropométricas de diversas populações**

Estudo	Amostra	Nº	Altura (cm)	Peso (kg)	Massa gorda (%)
Rienzi <i>et al.</i> (2000)	Copa América 95	110	$177.0 \pm 0.06$	$76.4 \pm 7.0$	$10.6 \pm 2.6$
Santos (1999)	1ª divisão - futebol português	44	$176.6 \pm 6.3$	$73.6 \pm 6.3$	$11.4 \pm 2.6$
Ostojic (2003)	1ª divisão - futebol sérvio	30	$182.8 \pm 6.0$	$76.8 \pm 6.1$	$10.2 \pm 2.9$
Silva <i>et al.</i> (2005)	3ª divisão - futebol brasileiro	16	$177.5 \pm 6.0$	$73.5 \pm 6.9$	$10.3 \pm 3.9$
Al-Hazzaa <i>et al.</i> (2001)	1ª divisão - liga árabe	23	$177.2 \pm 5.9$	$73.1 \pm 6.8$	$12.3 \pm 2.7$
Filaire <i>et al.</i> (2003)	1ª divisão - liga francesa	20	$181.5 \pm 1.4$	$78.6 \pm 1.7$	$11.4 \pm 0.5$

### 2.1.3. Fisiológicas

Ao longo dos anos foram realizados vários estudos, a partir da análise de tempo-movimento, das quais demonstram que jogadores de futebol de elite percorrem, em média, uma distância total de 9–12 km durante uma partida (Bangsbo, 1994b; Bangsbo *et al.*, 1991; Reilly & Thomas, 1976; Rienzi *et al.*, 2000; Van Gool *et al.*, 1988; Mohr *et al.*, 2003a, b). É importante destacar, contudo, que essa distância percorrida é dependente de alguns fatores, tais como: a capacidade física do jogador e do oponente, a posição dos jogadores e o nível da competição (Krustrup *et al.*, 2003; Mohr *et al.*, 2003; Rampinini *et al.*, 2007; citados por Randers *et al.*, 2010).

Há cada vez mais estudos na literatura que caracterizam as diferenças entre as distâncias percorridas e as posições ocupadas por cada jogador. Na maioria deles (Carling, 2010; Dellal *et al.*, 2010; Di Salvo *et al.*, 2007) os médio centros e médio alas, percorrem, em média, distâncias superiores ( $p < 0.001$ ) em relação às demais posições, ao passo que o GR, como esperado, é o que percorre a menor distância ( $p < 0.001$ ), por volta de 4 km por jogo. Carling *et al.* (2008) ainda salientam haver uma variação significativa nas exigências físicas ao longo do jogo, pois esta é dependente da função tática e capacidade física de cada jogador.

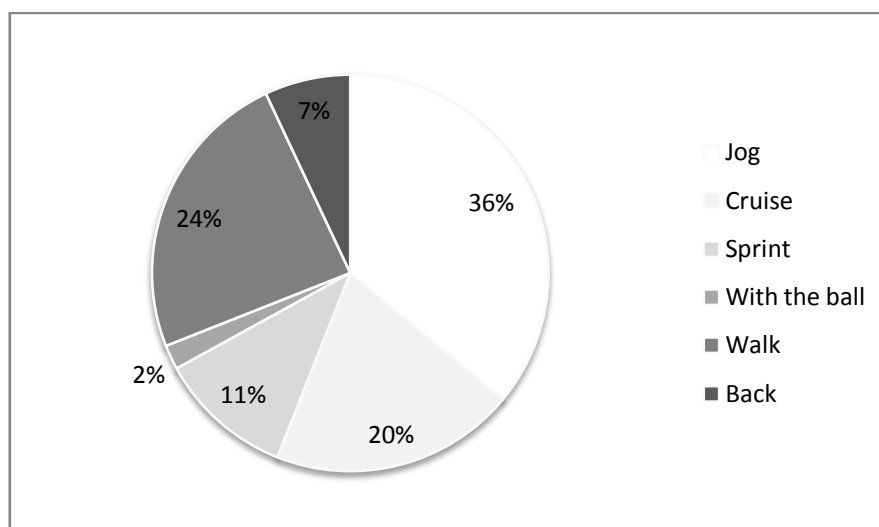
De acordo com os estudos de Di Salvo *et al.* (2007); Reilly & Thomas (1976), independente das posições que atuam, os jogadores percorrem maior parte dessa distância em deslocamentos de baixa intensidade, tanto caminhando como em marcha lenta, conforme pode ser visto na tabela 2:

**Tabela 2. Distâncias percorridas em diferentes zonas de intensidade. DC: defesa central, DL: defesa lateral, MC: médio centro, MA: médio ala, A: avançado.**  
Adaptado de Di Salvo *et al.* (2007).

	0 – 11 (km.h <sup>-1</sup> )	11.1 – 14 (km.h <sup>-1</sup> )	14.1 – 19 (km.h <sup>-1</sup> )	19.1 – 23 (km.h <sup>-1</sup> )	> 23 (km.h <sup>-1</sup> )
<b>DC</b>	7080 ± 420m	1380 ± 232m	1257 ± 244m	397 ± 114m	215 ± 100m
<b>DL</b>	7012 ± 377m	1590 ± 257m	1730 ± 262m	652 ± 179m	402 ± 165m
<b>MC</b>	7061 ± 272m	1965 ± 288m	2116 ± 369m	627 ± 184m	248 ± 116m
<b>MA</b>	6960 ± 601m	1743 ± 309m	1987 ± 412m	738 ± 174m	446 ± 161m
<b>A</b>	6958 ± 438m	1562 ± 295m	1683 ± 413m	621 ± 161m	404 ± 140m

Apesar da quantidade de *sprints* durante um jogo representar, em média, menos de 11% da distância total percorrida, esse aspecto é considerado um dos mais críticos para o desempenho (Bangsbo *et al.*, 1991), pois a quantidade de ações realizadas em intensidades elevadas separam os jogadores de elite daqueles de nível mais inferior. No estudo de Mohr *et al.* (2003a), por exemplo, a análise computadorizada de tempo-movimento demonstrou que jogadores da elite do futebol internacional desempenharam

( $p < 0.05$ ) quantidades, 28 e 58%, e distâncias superiores, 2.430 vs. 1.900 m e 650 vs. 410 m, em corridas de alta intensidade e *sprints*, respectivamente, em relação a jogadores profissionais de um nível mais inferior. Tais achados são também sustentados por Rampinini *et al.* (2009). Segundo o estudo desses autores, jogadores de clubes da elite do futebol italiano percorreram distâncias superiores, a velocidades mais elevadas, em relação a jogadores de clubes de menor expressão.

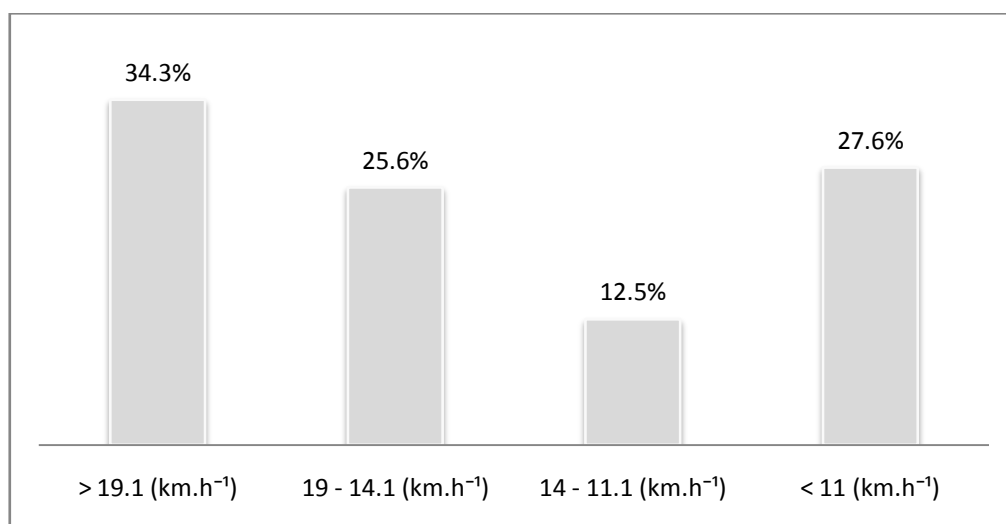


**Gráfico 1. Distâncias relativas percorridas por jogadores de linha durante partidas de futebol, subdivididas em diferentes categorias (Reilly & Thomas, 1976).**

Grande parte do esforço no futebol é de característica intermitente, desempenhado, em média, numa intensidade perto do limiar anaeróbio - LAna, 80–90% da FC máxima - FC<sub>max</sub>, (Stolen *et al.*, 2005). Além disso, há severas exigências ao metabolismo aeróbio, de maneira que, em média, ocorrem mudanças no tipo de atividade a cada 4–6 s (Bangsbo, 1994b; Mohr *et al.*, 2003a, b; Reilly & Thomas, 1976; Reilly & White, 2005). Assim, um jogador de elite internacional, desempenha, aproximadamente, 1350 atividades durante um jogo, incluindo cerca de 220 corridas em alta intensidade (Mohr *et al.*, 2003b). Além disso, outras atividades relacionadas ao jogo e às demandas energéticas, tais como: o modelo de jogo da equipa, o estilo de jogo e as ações técnico-táticas; contribuem para o total das exigências fisiológicas do jogador (Bangsbo, 1994b; Reilly, 1997).

Embora no futebol profissional apenas 1.2–2.4% do total da distância percorrida pelos jogadores é realizada em posse da bola, esta, como já referida, é dependente da posição de cada jogador no campo. Além do mais, a variabilidade quanto às zonas de velocidade mais exigidas é muito grande (Di Salvo *et al.*, 2007).

No estudo de Carling, (2010), vinte e oito jogadores de futebol de elite foram analisados durante trinta jogos da liga francesa quanto ao total da distância percorrida em posse de bola. O resultado médio foi de  $191 \pm 38$  m por jogador, porém foram observadas diferenças quanto à % das zonas de velocidade mais atuantes, conforme pode ser visto no gráfico abaixo:



**Gráfico 2. Percentagem (%) das zonas de velocidade mais atuantes em decorrência da distância total percorrida em posse da bola (Carling, 2010).**

De notar que, apesar de aspectos como o desenvolvimento de uma melhor compreensão tática e elevada habilidade técnica poderem, certamente, compensar deficiências em certos quesitos, tal como a velocidade, é nítido que alcançar valores ótimos quanto à aceleração, o pico de velocidade e a agilidade; ajudarão a predispor o jogador para o alto rendimento do futebol, aumentando, desse modo, o desempenho do mesmo (Little & Williams, 2005).

Em um cenário ideal, jogadores de futebol devem estar aptos a realizar ações de alta intensidade, mantê-las no decorrer do jogo, além de terem uma capacidade de recuperação rápida. Baseando-se nesses fatores, o treino devia focar na melhoria da aptidão dos jogadores para tais circunstâncias, o que segundo Bangsbo (1995), pode ser feito através do desempenho frequente de treinos aeróbios e anaeróbios. Além disso, há numerosos aspectos das qualidades físicas que devem ser englobados nas sessões de treino, como: a velocidade, a resistência, a potência, a força, a agilidade, a flexibilidade e o equilíbrio (Kirkendall *et al.*, 2005).

De notar que, em alguns estudos, como o de Stolen *et al.* (2005), há uma redução na distância percorrida, por volta de 5–10%, maior quantidade de trabalho realizado a menores intensidades, redução dos valores de FC, redução da concentração de glicogénio e redução dos níveis de  $\text{La}^-$ ; na segunda etapa dos jogos em comparação à primeira. Tais observações indicam, claramente, uma redução na intensidade de jogo (Ekblom, 1986; Tumilty, 1993).

#### **2.1.4. Metabólicas**

##### **2.1.4.1. Sistema Anaeróbio**

Embora o metabolismo aeróbio seja predominante no fornecimento de energia durante um jogo de futebol, ações mais decisivas, tais como: *sprints*, saltos, cabeceios e disputas pela posse de bola; são sustentadas por meio do metabolismo anaeróbio, sendo cruciais para o resultado do jogo (Stolen *et al.*, 2005)

Tipicamente, jogos competitivos apresentam, em média, *sprints* máximos a cada 90 s e esforços de alta intensidade no intervalo de 30 s para cada jogador (Reilly *et al.*, 2000). Além disso, o jogador de futebol desempenha de 150–250 ações breves e de alta intensidade durante um jogo. Isso indica que a taxa de participação do metabolismo anaeróbio é elevada, principalmente, em momentos decisivos (Mohr *et al.*, 2003a).

Alguns autores (Agnevik, 1970; Bangsbo, 1994a; Ekblom, 1986; Krstrup *et al.*, 2003) têm encontrado durante jogos de futebol valores médios de níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo em

torno de 3–6 mmol.L<sup>-1</sup>, além de valores individuais acima de 12 mmol.L<sup>-1</sup>. Tais valores indicam que a taxa de produção de La<sup>-</sup> no músculo é elevada, além do sistema anaeróbio de energia ser altamente exigido em períodos de grande intensidade de jogo.

Outro dado importante constatado por vários autores (Brewer & Davis, 1994; Ekblom, 1986; Gerisch *et al.*, 1988; Rohde & Espersen, 1988; Smaros, 1980) relata que os níveis de La<sup>-</sup> na segunda etapa são menores em relação a primeira, o que segundo Mohr *et al.* (2003b); Reilly & Thomas (1976), condiz com uma redução na distância percorrida e na intensidade de jogo.

Embora não estudadas diretamente, as atividades intensas que ocorrem durante um jogo de futebol levam a um aumento da taxa de degradação da creatina fosfato (CP), da qual até certo ponto, é ressintetizada nos períodos seguintes de baixa intensidade (Bangsbo, 2006). Por outro lado, há a possibilidade dos valores de CP decaírem abaixo de 30% dos valores de repouso, durante certos períodos do jogo. Isso pode acontecer caso um determinado número de cargas de alta intensidade seja desempenhada e seguida de períodos curtos e insuficientes de recuperação.

De notar que, a taxa de remoção do La<sup>-</sup>, depende: dos níveis de La<sup>-</sup>, do tipo de atividade durante o período de recuperação e da capacidade aeróbia. (Stolen *et al.*, 2005) É importante ressaltar que, jogadores com níveis elevados de consumo máximo de oxigénio - VO<sub>2max</sub> podem apresentar valores de concentração de La<sup>-</sup> - [La<sup>-</sup>] sanguíneo menores por causa de uma melhor capacidade de recuperação à exercícios intermitentes de intensidade elevada. Isso ocorre, principalmente, devido a: uma resposta aeróbia mais eficaz, melhoria na taxa de remoção do La<sup>-</sup> e um aumento na regeneração da CP (Bangsbo, 1994b).

#### **2.1.4.2. Sistema Aeróbio**

Como já referido, o futebol é um JDC de características intermitentes da qual o sistema aeróbio de energia é altamente exigido, apresentando valores médios de pico de FC - FC<sub>pico</sub> por volta de 85–98% do máximo (Ali & Farrally, 1991; Bangsbo, 1994b; Ekblom, 1986; Krstrup *et al.*, 2005; Reilly & Thomas, 1979). Esses achados indicam que a taxa de produção de La<sup>-</sup> no músculo é elevada durante o jogo. Contudo, seria fisiologicamente impossível de manter esforços com intensidades médias mais elevadas no decorrer de

um período de tempo mais prolongado devido à acumulação constante de  $\text{La}^-$  sanguíneo. Em vista disso, os jogadores precisam de períodos de baixa intensidade para ajudar na remoção de  $\text{La}^-$  dos músculos em ação (Stolen *et al.*, 2005).

Em média, a carga aeróbia durante um jogo de futebol representa cerca de 75% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  (Bangsbo, 1994a; Mohr *et al.*, 2003a; Reilly, 1994a). Isso significa valores médios em torno de  $56\text{--}69 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , encontrados em muitas pesquisas (Reilly, 1996).

A  $\text{FC}_{\text{med}}$  de um jogador durante um jogo é, raramente, abaixo de 65% do máximo, sugerindo que o fluxo sanguíneo para os músculos em atividade é continuamente maior do que em situação de repouso. Isso se traduz numa elevada taxa de fornecimento de oxigénio -  $\text{O}_2$  (Bangsbo *et al.*, 2006). No entanto, mais importante para o desempenho do que a média de consumo de oxigénio -  $\text{VO}_2$  durante um jogo, deve ser a taxa de variação do  $\text{VO}_2$  no início do exercício, conhecida como cinética do  $\text{VO}_2$  (Kolkhorst *et al.*, 2004).

No decorrer do jogo ocorrem mudanças constantes no perfil das atividades, de baixa para alta intensidade. A cinética do  $\text{VO}_2$ , nesses casos, parece ser limitada por fatores locais e depende, entre outros fatores, da capacidade oxidativa dos músculos em atividade (Jones & Carter, 2000). Além disso, uma cinética do  $\text{VO}_2$  mais rápida está diretamente associada a uma melhor condição aeróbia (Powers *et al.*, 1985; Chilibeck *et al.*, 1996; citados por Alves, n.d.).

Baseado nos resultados obtidos através do estudo de Bangsbo (1995), jogadores da elite do futebol dinamarquês, defesas laterais e médios, tiveram os maiores valores de  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ,  $61.5 \pm 10.0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $62.6 \pm 4.0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , respectivamente; enquanto os GR,  $51.0 \pm 2.0 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  e defesas centrais,  $56.0 \pm 3.5 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , os menores.

É importante salientar que a caracterização das variáveis fisiológicas discutidas aqui neste tópico, além de outras, serão mais aprofundadas no tópico 2.4. - Métodos de controlo da intensidade do exercício.

## **2.2. Métodos de treino para desenvolver a resistência do jogador**

Todos nós sabemos que o desenvolvimento da resistência do jogador é um dos fatores essenciais para o desempenho no futebol. Apesar da sua importância, ainda não há um consenso universal quanto a sua definição. Diversos autores (Bompa, 2009; Zintl, 1991; Alves, 2011) classificam-na de maneira distinta. Weineck (2004), por exemplo, definiu a resistência como a capacidade geral psicofísica de tolerância à fadiga em sobrecargas de longa duração, bem como a capacidade de uma rápida recuperação após tais sobrecargas.

Ainda segundo o mesmo autor, a resistência pode ser dividida em diferentes tipos, de acordo com suas formas de manifestação e de interpretação. Sob o aspecto do metabolismo muscular, diferencia-se em resistência aeróbia e anaeróbia, das quais para o jogador de futebol, são muito importantes. Entende-se como resistência aeróbia a forma de resistência que independe de uma modalidade desportiva. Já para a resistência anaeróbia enquadram-se as formas específicas de manifestação para um determinado desporto. Além disso, a resistência pode ser considerada uma qualidade física central ou condicional para o desempenho desportivo.

De acordo com Zintl (1991), há diversos objetivos relacionados ao treino de resistência dentro do âmbito desportivo, tais como: reduzir o decréscimo inevitável da intensidade quando se trata de exercícios prolongados, manter durante o tempo máximo possível uma intensidade ótima de exercício, aumentar a capacidade de realizar um volume elevado de CT ou de competição durante uma quantidade indefinida de ações concretas, melhorar a capacidade de recuperação após aplicação de cargas, estabilizar a técnica desportiva e a capacidade de concentração nos desportos tecnicamente mais complexos, entre outros fatores.

Outro dado importante a ser constatado é que o treino de resistência, ao longo das sessões de treino, envolve a manipulação de algumas componentes, como: a intensidade, a duração e a frequência (Seiler & Tonnessen, 2009). Desse modo, Alves (2011) considera necessário o domínio tanto dos fatores decisivos para o rendimento do tipo de resistência em questão como dos principais efeitos do método de treino que se pretende aplicar. Em outras palavras, o treino deve ser realizado de modo específico à situação de competição de cada modalidade. Baseando-se em tais considerações, deve-

se, antes de tudo, caracterizar uma zona de intensidade de treino desejada, no entanto, há algumas ressalvas quanto à escolha de um modelo prático e padronizado a ser seguido. De acordo com Alves (2011), pode haver dificuldades em orientar-se a partir de classificações criadas por alguns autores, pois estas não fornecem parâmetros para individualização da CT, fundamentando-se em desempenhos máximos de qualquer tarefa. Vindo ao encontro dessas observações, Beneke & Von Denvillard (1996); Beneke *et al.* (2001) foram críticos à tabela de prescrição e monitoramento de treino usada pela Federação Olímpica Norueguesa, pelo fato de não haver dados relacionados à variação interindividual da relação FC – La<sup>-</sup> ou informações a respeito da variação entre atividades específicas. Em visto disso, deve-se estabelecer uma classificação prática das zonas de intensidade baseadas, principalmente, na caracterização metabólica objetiva de cada zona. Para tal, Alves (2011) cita quatro áreas funcionais de características diferenciadas que correspondem a diferentes adaptações funcionais: capacidade aeróbia, potência aeróbia, tolerância láctica e potência láctica.

**Tabela 3. Zonas de intensidade básicas para o treino de resistência. Adaptado de Alves (2011).**

Zona	Designação	Caracterização Metabólica	FC (b·min <sup>-1</sup> )
CA	Capacidade aeróbia	[La <sup>-</sup> ] 2 – 4.5 mmol.L <sup>-1</sup> 50 – 90% VO <sub>2max</sub>	120 – 180
PA	Potência aeróbia	[La <sup>-</sup> ] 4.5 – 8.0 mmol.L <sup>-1</sup> > 90% VO <sub>2max</sub>	> 180
TL	Tolerância láctica	[La <sup>-</sup> ] > 6 mmol.L <sup>-1</sup> > 100% VO <sub>2max</sub>	Máxima
PL	Potência láctica	[La <sup>-</sup> ] > 6 mmol.L <sup>-1</sup>	Máxima

Estudos de Pate & Kriska (1984) descreveram um modelo que envolve os três maiores fatores responsáveis pela variação interindividual do desempenho da resistência aeróbia: o VO<sub>2max</sub>, o limiar láctico (LL) e a economia de trabalho. Diversos estudos publicados suportam esse modelo (Hoff *et al.*, 2002; Bunc & Heller, 1989; Di Prampero *et al.*, 1986; Helgerud, 1994 ). Logo, este deve servir de base para uma análise compreensiva dos efeitos do treino aeróbio no desempenho da resistência.

### 2.2.1. Contínuo

O método contínuo, segundo Bompa (2009), é caracterizado por um grande volume de trabalho sem interrupções, onde o objetivo principal é melhorar e aperfeiçoar a capacidade aeróbia dos jogadores. No caso dos JDC, como o futebol, Alves (2011) enfatiza que este método de treino é, principalmente, utilizado no desenvolvimento da resistência de base durante os períodos preparatórios dos ciclos anuais de treino. Além disso, Weineck (2004) faz ressalvas ao método contínuo como excelente meio de treino de recuperação após sobrecargas intensas e jogos difíceis.

De acordo com Alves (2011) o método contínuo pode ser dividido em método contínuo uniforme e variado. O primeiro é caracterizado pela manutenção do esforço ao longo da duração prevista, enquanto o segundo, também conhecido na literatura como *fartlek*, consiste na realização de esforços prolongados com variações significativas de intensidade, mas sem ter que efetivamente parar a atividade.

O método contínuo uniforme apresenta duas outras variáveis relativas às cargas envolvidas: método contínuo uniforme extensivo – de maior volume para uma menor intensidade; e método contínuo uniforme intensivo – de menor volume para uma maior intensidade. Segundo Weineck (2004), a primeira variante experimenta adaptações especiais no metabolismo das gorduras, ao passo que a segunda ativa, predominantemente, o metabolismo da glicose. Com relação a intensidade de carga, o método contínuo extensivo atua entre a zona do LL e do estado estacionário máximo de lactato (EEML), enquanto o método contínuo intensivo atua entre a zona do EEML e da potência aeróbia máxima (Alves, 2011).

Há vários estudos realizados no intuito de comparar parâmetros fisiológicos entre exercícios de caráter contínuo e por intervalos. Com relação às adaptações periféricas e centrais, alguns resultados revelam que não há diferenças entre tais métodos (Berger *et al.*, 2006; Edge *et al.*, 2006; Overend *et al.*, 1992; citados por Seiler & Tonnessen, 2009), todavia, outros estudos demonstram que o trabalho contínuo executado em intensidades submáximas promove melhores adaptações periféricas, ao passo que o trabalho por intervalos promove melhores adaptações centrais (Daussin *et al.*, 2008a, b; Helgerud *et al.*, 2007; citados por Seiler & Tonnessen, 2009). Além disso, no estudo de Reilly (2007), foram observadas diferenças marcantes no recrutamento do tipo de fibra muscular entre

protocolos de exercícios contínuos e por intervalos. Enquanto as fibras de contração lenta foram, predominantemente, ativadas durante o exercício contínuo, tanto as fibras de contração rápida como as lentas foram solicitadas durante o exercício por intervalos (Essén, 1978).

Em vista da importância dessas duas formas de treino na melhoria do desempenho dos jogadores de futebol, é de suma importância que as adaptações fisiológicas decorridas de ambos os métodos sejam continuamente estudadas e levadas em consideração ao planejar as CT.

### **2.2.2. Por intervalos**

Esse método pode ser utilizado tanto nas modalidades acíclicas, no caso dos JDC, como nas cíclicas, para o desenvolvimento da resistência específica. De acordo com Alves (2011) o método deve ser dividido em: método por intervalos com pausas incompletas, o bem conhecido treino intervalado e método por intervalos com pausas completas, também denominado por treino de repetições.

O treino intervalado, segundo Weineck (2004), também deve ser dividido em duas vertentes: extensiva e intensiva. No primeiro caso, caracterizado por um alto volume e baixa intensidade de carga, o método é utilizado em adição ao método contínuo para o desenvolvimento da resistência aeróbia, principalmente, no período preparatório. Já o segundo caso, caracterizado por um baixo volume e alta intensidade de carga, é o método que mais se aproxima do tipo de sobrecarga metabólica decorrente do jogo, sendo o mais utilizado como forma de trabalho de base voltado para a potência e a resistência de força rápida.

De notar ainda que, no treino intervalado há certas componentes que são diretamente responsáveis pela manipulação do estímulo de carga, tais como: a intensidade, o período de esforço (repetição), a pausa entre repetições, a relação entre a duração da repetição e da pausa e a organização em séries (Alves, 2011). Assim, é de suma importância o treinador ter o domínio desses fatores para uma melhor prescrição das CT.

Ao contrário do treino intervalado, o treino de repetições permite uma recuperação completa dos parâmetros cardiovasculares e ventilatórios. Além disso, é considerado ideal para o treino das zonas lácticas, melhoria da capacidade de aceleração, elevação da resistência de força de *sprint* e desenvolvimento da força e resistência de força. Considerando suas características e do ponto de vista metabólico, desenvolve exclusivamente a capacidade anaeróbia, em especial a alática, fortalecendo seletivamente as fibras de contração rápida (Weineck, 2004).

Atualmente, há novas concepções de treino que têm sido abordadas como alternativas ao desenvolvimento do metabolismo aeróbio, umas delas é o treino intervalado de alta intensidade, conhecido na literatura inglesa como *sprint interval training* (SIT). Este tipo de treino é constituído na sua essência por um número reduzido de repetições por série, 5–6, duração de repetição de aproximadamente 30 s, pausas longas, 4-min, e um desempenho máximo para cada repetição (Alves, 2011). Entre os benefícios associados a esse método, podemos citar: a redução da utilização de glicogénio e da acumulação de  $\text{La}^-$  em esforços semelhantes (Harmer *et al.*, 2000; Clark *et al.*, 2005; Burgomaster *et al.*, 2006); a melhoria do desempenho em exercícios predominantemente aeróbios (Burgomaster *et al.*, 2005, 2006) - semelhante ao treino contínuo; pode ser mais efetivo do que o treino contínuo no desenvolvimento da capacidade de tamponização do músculo (Weston *et al.*, 1997; Edge *et al.*, 2006); o impacto semelhante nos indicadores de atividade mitocondrial para o metabolismo dos hidratos de carbono e lipídico; a cinética do  $\text{VO}_2$  mais rápida (Bailey *et al.*, 2009).

Outro método alternativo também muito utilizado é o de *sprints* repetidos, também conhecido na literatura inglesa como *repeated-sprint ability* (RSA). Esse método é caracterizado por vários esforços de alta intensidade intercalados com breves períodos de recuperação. Tais exercícios resultam em respostas metabólicas similares àquelas que ocorrem durante os jogos, tais como: um decréscimo nos níveis de pH muscular, CP e adenosina trifosfato (ATP), ativação da glicólise anaeróbia e um significativo envolvimento do metabolismo aeróbio.

Vários estudos têm demonstrado que o treino de repetições de esforços de alta intensidade realizado em intensidades máximas ou submáximas de curta duração, 5–30 s, pode produzir melhorias na habilidade de repetir diversas séries de exercícios anaeróbios (Ferrari Bravo, *et al.*, 2008; Rampinini *et al.*, 2007a; Spencer *et al.*, 2005;

Wragg *et al.*, 2000). Além do mais, o método pode ser efetivo na melhoria do  $VO_{2max}$  e da atividade da enzima aeróbia. (Burgomaster *et al.*, 2005; Dawson *et al.*, 1998; Harmer *et al.*, 2000; Linossier *et al.*, 1997; MacDougall *et al.*, 1998; Parra *et al.*, 2000; Rodas *et al.*, 2000).

Apesar de ainda serem necessários mais estudos, principalmente em atletas de alto nível, com o intuito de melhor caracterizar o impacto fisiológico tanto do SIT como do RSA, ambos os métodos surgem como estratégias rápidas e eficazes de induzir adaptações musculares de base aeróbia e anaeróbia.

### **2.2.3. Integrado (JCR)**

Os JCR, conhecidos na literatura internacional como *small-sided games*, são caracterizados, principalmente, pela dimensão do campo e número de jogadores menores que os oficiais (Pasquarelli *et al.*, 2010)

De maneira geral, jogadores de futebol sentem-se mais motivados ao realizarem exercícios com bola do que, simplesmente, seguirem um clássico cronograma de preparação física onde atividades, como: repetições de *sprints* e corridas lentas, etc; são continuamente desempenhadas (Reilly, 2006). Por essas e outras razões o treino de resistência para jogadores de futebol devia, sempre que possível, ser empregado através de exercícios com bola, desse modo, os jogadores além de aperfeiçoarem suas qualidades físicas, também desenvolveriam suas habilidades técnicas e táticas em situações semelhantes às ocorridas durante o jogo (Hoff & Helgerud, 2004). Há que se ressaltar, no entanto, o fato de exercícios realizados com bola serem esporádicos e, portanto, mais difíceis de serem controlados externamente em relação aos tradicionais exercícios de corrida sem bola. Com isso, aumentam-se as chances de haver um maior índice de variabilidade interindividual quanto à intensidade de exercício, sendo possível, em alguns casos, elevarem os riscos de alguns jogadores treinarem em níveis inapropriados de intensidade (Little & Williams, 2006).

Há diversos meios fisiológicos de se averiguar a intensidade proveniente de JCR, como por exemplo: através da monitorização da FC, dos valores da PSE e dos níveis de  $La^-$ , entre outros. Além disso, outras formas de controlo como o padrão de movimentação dos

jogadores, podem ser obtidas através da análise de tempo-movimento. Muitas variáveis prescritivas controladas, muitas vezes, pelo treinador, influenciam o nível de intensidade durante os JCR. Dentro desses fatores, podem-se incluir: o tamanho do campo, o número de jogadores, o incentivo do treinador, o regime de treino (contínuo ou intervalado, incluindo a relação trabalho / pausa), as regras modificadas, o uso de balizas e / ou GR, etc (Hill-Haas *et al.*, 2011).

Apesar de ainda haver algumas críticas aos JCR (Helgerud *et al.*, 2001; Wisloff *et al.*, 1998; citados por Pasquarelli *et al.*, 2010) em relação à promoção de intensidades suficientes de exercício para causar adaptações ótimas nos mecanismos fisiológicos, há, no entanto, várias investigações (Reilly *et al.*, 2005; Rampinini *et al.*, 2007a; Hoff *et al.*, 2002;) que têm suportado o uso desses métodos como meios eficientes no desenvolvimento da resistência aeróbia no futebol.

Em um estudo da análise do custo energético de algumas ações do jogo, Reilly & Ball (1984) mostraram que o  $VO_{2max}$ , a FC, os níveis de  $La^-$  e os valores de PSE foram mais elevados quando executada a tarefa de “drible com bola” em comparação à corrida normal, considerando-se uma velocidade específica de corrida. Com base em tais achados, os autores recomendam utilizar exercícios com bola sempre que possível, principalmente, quando se pretende aumentar o envolvimento individual no jogo (Reilly, 2006).

Em outro estudo, foram comparadas as respostas fisiológicas agudas de dois formatos de JCR, 4 vs. 4 e 8 vs. 8, com o método de corrida com intervalos, 4 x 1000 m separados por 150 s de recuperação, usando-se onze jogadores profissionais de um clube da primeira divisão do futebol espanhol. Os resultados demonstraram que os dois formatos de JCR obtiveram como resposta valores % maiores da  $FC_{max}$  em relação ao método de corrida com intervalos, 91 vs. 85% dos valores da  $FC_{max}$  (Sassi *et al.*, 2004).

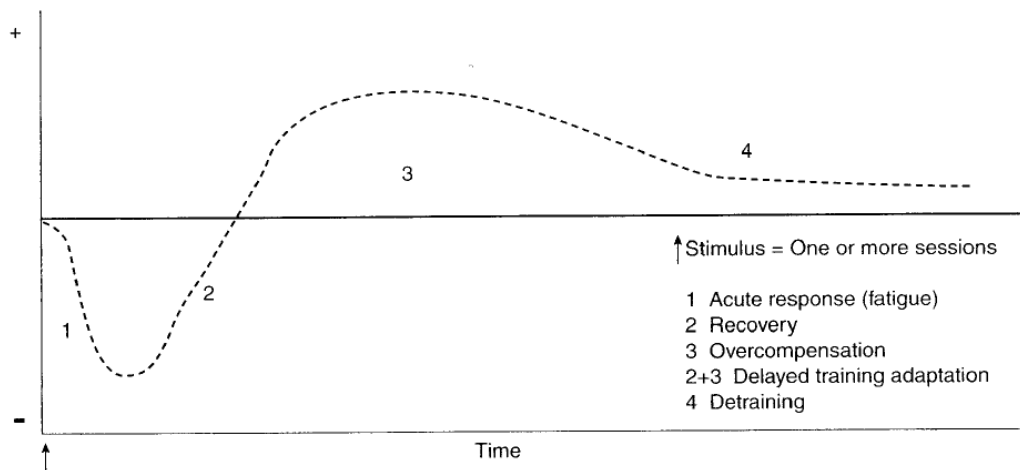
Atualmente, o número de pesquisas sistemáticas realizadas dentro dessa área ainda encontra-se longe do ideal, logo, torna-se dificultosa a tarefa de chegar a quaisquer conclusões definitivas. De notar ainda que, apesar dos JCR oferecerem inúmeras vantagens em relação aos métodos de treino mais tradicionais, há, contudo, um número de sugeridas limitações a serem mais bem esclarecidas, das quais incluem: a influência das, já mencionadas, variáveis prescritivas na intensidade do exercício; o “efeito teto” que

considera a dificuldade de jogadores com níveis elevados de preparação física e técnica em atingirem níveis ótimos de intensidade; a habilidade em replicar as exigências dos períodos mais intensos do jogo; os requisitos de um alto nível de habilidade técnica e tática para atingir uma intensidade de exercício apropriada; o risco de lesões devido aos contatos durante os treinos; e a disponibilidade de treinadores o suficiente para controlar e monitorar esse tipo de treino (Hiil-Haas *et al.*, 2011).

Em vista dessas considerações, espera-se dos treinadores tanto uma abordagem mais sistemática ao manipular as variáveis prescritivas dos JCR como uma melhor conscientização ao estabelecer métodos cuidadosos de controle e monitoramento em tempo real das sessões de treino.

### **2.3. Relação entre a carga de treino, a recuperação e o desempenho**

O treinamento desportivo é um processo orientado para a melhoria do desempenho do atleta e têm como objetivo central romper o equilíbrio interno do organismo humano por meio de um aumento progressivo das CT (Freitas *et al.*, 2009). De acordo com a teoria do treinamento desportivo, a CT é a medida quantitativa do trabalho realizado durante os treinos nos âmbitos físico e psicológico (Pinto, 2011). Contudo, segundo Gomes (2002) é importante ressaltar que, os conceitos de CE, CI e psicológica, são, geralmente, distintos entre si: o primeiro envolve a quantidade de trabalho desenvolvido; o segundo expressa o efeito que propicia sobre o organismo; ao passo que o terceiro engloba a percepção psicológica vista pelo atleta.

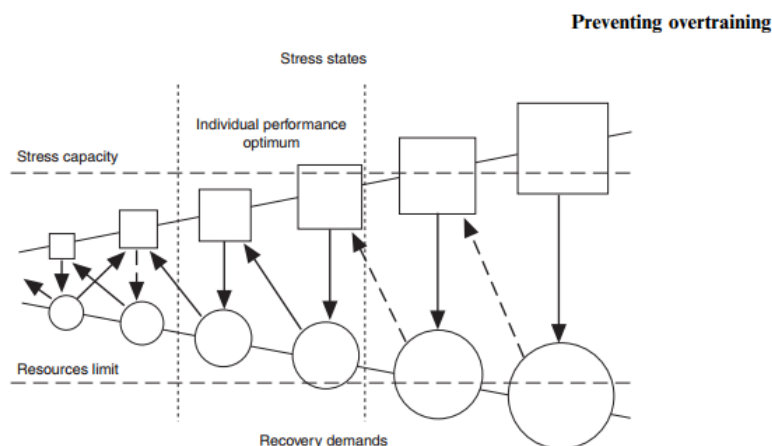


**Figura 1. Adaptação do modelo: estímulo – fadiga – recuperação – adaptação (Yakovlev, 1972).**

Apesar da CT ter vital importância no aprimoramento do estado físico do atleta, a otimização do desempenho somente é alcançada a partir de períodos de recuperação pós-competição / treino, ou seja, é necessário haver um balanço ótimo entre o estresse decorrente do estímulo e intervalos adequados de recuperação (Kellmann, 2002).

De acordo com Kellmann & Kallus (1999), a recuperação envolve processos ativos de restabelecimento dos recursos psicológicos e fisiológicos, além de estados que permitem o indivíduo a utilizar esses recursos novamente.

Kellmann (2002) propôs um modelo que descreve as inter-relações entre os estados de estresse e as exigências de recuperação. O pressuposto básico indica que com um aumento dos níveis de estresse, torna-se necessário uma extensão, na mesma proporção, dos períodos de recuperação, conforme pode ser visto na figura 2:



**Figura 2. O modelo “tesoura” da inter-relação entre estresse e recuperação (Kellmann, 2002).**

Devido à importância da relação estresse / recuperação, para se atingir níveis desejáveis de desempenho, torna-se essencial uma dosagem ótima desses dois estados, o que significa, em outras palavras, periodizar as sessões de treino. De acordo com O'bryant, citado por Haff (2004), a periodização é definida como uma abordagem cíclica ao treinamento onde mudanças periódicas nos parâmetros do treino, como: o volume, a intensidade, a carga e a seleção do exercício, etc; são planejadas no intuito do atleta alcançar o pico de seu estado de forma dentro de um período apropriado.

Há um consenso largamente consentido, tanto entre cientistas como em praticantes de atividade física, que o treino planejado oferece um desenvolvimento mais acentuado de inúmeras variáveis relacionadas ao desempenho, tais como: a força, a potência, a composição corporal e a velocidade, etc (Fleck, 1999; Fleck & Kraemer, 1997; Stone *et al.*, 1999a, b; Stone *et al.*, 2000; Wathen *et al.*, 2000; Willoughby, 1993; citados por Gamble, 2006).

Fleck (1999), por exemplo, demonstrou em seu estudo ter encontrado maiores ganhos em massa magra, peso corporal total, desempenho motor (salto vertical), além de maiores decréscimos na % de gordura corporal, para programas de treino periodizados em relação aos não periodizados.

De acordo com Graham (2002), um programa de periodização bem elaborado permitirá, entre outros benefícios: alcançar um desempenho superior num determinado período, reduzir o risco de sobretreino, ter um controlo sistemático sobre as variáveis do treino e conseguir excelentes adaptações ao desempenho. Desse modo, CT e / ou períodos de recuperação inapropriados, podem conduzir à quedas do desempenho.

### **2.3.1. Fadiga**

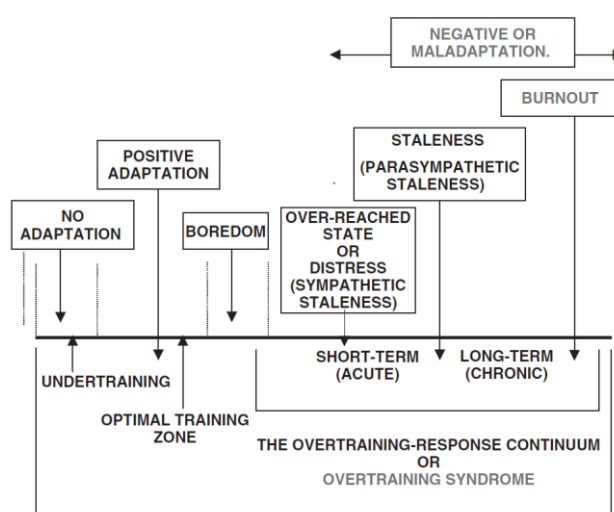
Segundo Meeusen *et al.* (2006), um treino bem estruturado deve evitar a combinação de sobrecarga excessiva com períodos inadequados de recuperação, prevenindo, desse modo, o estado de fadiga do indivíduo. Apesar de muito discutida no âmbito desportivo, os principais mecanismos causadores da fadiga ainda são motivos de muito estudo. De acordo com Gomes-Pereira (2011) a fadiga pode ser entendida como uma alteração temporária do equilíbrio interno do indivíduo provocada por uma estimulação onde ocorre diminuição da capacidade funcional, permanência da intensidade da estimulação, mas que é reversível através de repouso.

Segundo Calder (2003), há quatro tipos genéricos de fadiga de treino e competição: fadiga metabólica (depósito de energia); fadiga neural causada pelo sistema nervoso periférico (produção de força localizada) e sistema nervoso central (energia e motivação) ou ambos; fadiga psicológica (fatores de estresse emocional e social); e fadiga ambiental (clima e viagens).

### **2.3.2. Sobressolicitação e Síndrome do Sobretreino**

A síndrome do sobretreino, comumente encontrada na literatura como *Overtraining*, é um tema muito abordado no âmbito desportivo, porém, muitas vezes é mal interpretado e confundido com a síndrome de sobressolicitação ou *Overreaching* que, segundo Pendlay, citado por Haff (2004), caracteriza-se pelo desequilíbrio entre os meios de treino e a habilidade de recuperação do atleta, resultando numa diminuição do desempenho em curto prazo (efeito agudo), durando de 2–3 dias a 2–3 semanas. Todavia, com períodos adequados de repouso e recuperação, o atleta afetado recupera seu estado inicial e frequentemente mostra melhorias no seu desempenho (Lehmann *et al.*, 1993; Sharp &

Koutedakis, 1992; MacKinnon, 1999; Fry & Kraemer, 1997; Fry, 1998). Esse processo, também chamado por sobretreino de curta duração (Lehmann *et al.*, 1999), é comumente empregado por atletas no intuito de causar incrementos no desempenho, alcançando assim o chamado estado de supercompensação. No entanto, se a síndrome de sobressolicitação for muito profunda ou composta por períodos incompletos de regeneração e recuperação, além de associar-se com muitas competições e fatores estressores fora do regime de treino, o atleta, claramente, correrá o risco de desenvolver a síndrome do sobretreino.



**Figura 3. Paralelismo psicofisiológico: destreino – sobretreino (Polman & Houlihan, 2004).**

A síndrome do sobretreino ocorre quando um atleta encontra-se num regime de treino intenso, mas que ao invés de apresentar melhorias, demonstra uma queda no seu desempenho, mesmo após um longo período de recuperação (Sharp & Koutedakis, 1992; Mackinnon, 2000; Stone *et al.*, 1991; citados por Smith, 2003). Há inúmeros sintomas relacionados à síndrome do sobretreino, alguns clássicos incluem: mudanças profundas no estado de humor, fadiga extrema, indivíduo frequentemente doente (Mackinnon, 2000), queda do desempenho, alterações no estado de humor, alteração na função reprodutiva e alteração no sistema imune (Budgett, 1990; Counsilman, 1955; Foster & Lehmann, 1996; Fry *et al.*, 1991, 1992; Hollge *et al.*, 1997; Hooper *et al.*, 1995; Kreider, 1997; Lehmann *et al.*, 1993, 1995; Mackinnon, 1997; Morgan *et al.*, 1987; Nieman, 1997;

Parry-Billings *et al.*, 1992; Rowbottom *et al.*, 1997; Rowland, 1986; Snyder *et al.*, 1995; citados por Lehmann *et al.*, 1999). Esses sinais e outros sintomas adicionais associados à síndrome do sobretreino devem ser agrupados nos âmbitos fisiológico, psicológico, imunológico e bioquímico (Fry *et al.*, 1991).

A síndrome de sobretreino é um fato cada vez mais presente no desporto de alto nível. Segundo Samulski (2002), de duzentos e noventa e seis atletas americanos que estiveram na Olimpíada de Atlanta em trinta desportos diferentes, oitenta e quatro (28%) reportaram sintomas de sobretreino e tiveram um grande impacto negativo no desempenho. De acordo com o mesmo autor, na Olimpíada de inverno de Nagano foi observado um índice de 10% de sobretreino em atletas americanos.

De acordo com Jurimae (2002), estudos têm demonstrado existir uma relação “dose-resposta” entre o estresse de treino e a recuperação. Por esse motivo, quando se subestima ou superestima o grau de treinabilidade e recuperação do atleta, as respostas referentes aos estímulos podem ser de natureza indesejável.

Percebe-se que ainda há um vasto caminho a ser percorrido para que algumas respostas possam ser respondidas. Contudo, no intuito de otimizar as chances de diagnóstico da complexa relação existente entre todos os sistemas e sintomatologia envolvidos, uma questão demonstra estar clara na literatura científica, a inclusão de todas as medidas possíveis ao processo de treinamento desportivo, como: instrumentos psicométricos, testes fisiológicos, bioquímicos e um registo adequado do treinamento (Kentta & Hassmén, 1998; Kentta & Hassmén, 2002; citados por Alves, 2006). Além disso, Kellmann (2002) afirma que uma decisão viável, considerando o aspecto da individualidade, seria monitorar os atletas de forma regular e contínua, o que permitiria, desse modo, que os dados fossem comparados longitudinalmente.

## **2.4. Métodos de controlo da intensidade do exercício**

### **2.4.1. Global Positioning System (GPS)**

Atualmente, o *Global Positioning System* (GPS) é uma tecnologia que vem ganhando popularidade no meio desportivo como método de avaliação do desempenho e dos

padrões de movimentação de atletas. O uso de tal ferramenta pode, potencialmente, contribuir para um melhor entendimento das exigências fisiológicas de vários desportos (MacLeod *et al.*, 2009; Gray *et al.*, 2010).

No estudo de Coutts & Duffield (2010), seis aparelhos de GPS foram usados a 1-Hertz (Hz) em voluntários do sexo masculino, n= 2, com níveis moderados de treino, durante um circuito intermitente de velocidade composto por seis voltas de 128.5 m. Os dados recolhidos pelos aparelhos apresentaram informações confiáveis e precisas quanto ao total de distância percorrida. Barbero-Álvarez (2010), por sua vez, achou em seu estudo suporte ao uso de aparelhos de GPS como uma medida alternativa aos sensores de células fotoelétricas para avaliar o desempenho em *sprints* repetidos.

Outra vantagem relacionada ao seu uso, segundo Edgecomb & Norton (2006), é que um grande número de pessoas pode ser monitorada ao mesmo tempo durante um exercício, dependendo, é claro, da quantidade de unidades de GPS disponíveis.

De notar que, apesar de diversos estudos terem investigado a validade dos sistemas de GPS como meio de medir as distâncias e velocidades percorridas pelos atletas, uma eventual comparação entre eles ainda deve ser feita de maneira cuidadosa devido aos diferentes modelos de equipamentos, métodos e análises utilizadas (MacLeod *et al.*, 2009). Em conformidade com essas ideias, Coutts & Duffield (2010) sugerem que dados recolhidos de diferentes aparelhos de GPS não deviam ser usados alternadamente.

#### **2.4.1.1. Principais limitações práticas dos aparelhos de GPS**

Apesar dos índices de confiabilidade relativos ao uso do GPS terem melhorado consideravelmente, fatores como o tipo de percurso e a intensidade do movimento parecem influenciar a eficácia dos dados recolhidos (Coutts & Duffield, 2010; Gray *et al.*, 2010). De acordo com Lambert & Borresen (2010), quanto maior a intensidade do exercício maior será a margem de erros dos dados obtidos. Já Gray *et al.* (2010); Edgecomb & Norton (2006), ressaltam que em percursos não lineares, por exemplo, o uso do GPS pode tanto superestimar (1% dos casos) como subestimar (73% dos casos) a distância percorrida. Muito dessa influência deve-se, provavelmente, a erros de

posicionamento, divergências nas taxas de atualização e condições de uso de tais aparelhos.

Além da falta de precisão do GPS em alguns tipos de atividades, outro fator que limita seu uso, segundo Lambert & Borresen (2010), é com relação ao custo. De acordo com Witte & Wilson (2004) apesar do GPS ser uma ferramenta financeiramente mais vantajosa do que, por exemplo, um sistema de câmaras fixadas ao longo do estádio, o seu custo ainda é bem mais elevado do que outros meios de controlo de carga (Lambert & Borresen, 2010).

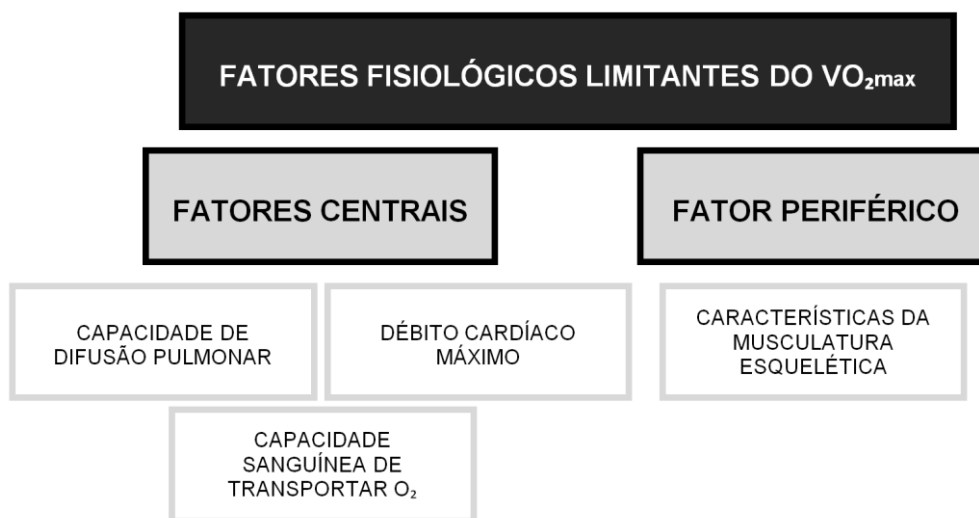
De notar também que tal aparelho não pode ser usado dentro de edificações e sua precisão pode ser afetada em áreas com grandes edifícios (MacLeod *et al.*, 2009).

#### **2.4.2. Consumo de oxigénio ( $VO_2$ )**

O consumo máximo de oxigénio ( $VO_{2max}$ ) é definido, segundo Bassett & Howley (2000), como a taxa mais elevada em que o  $O_2$  é captado e utilizado pelo corpo durante um exercício severo. É uma das principais variáveis no âmbito da fisiologia do exercício, sendo frequentemente usado para indicar a capacidade cardiorrespiratória de um indivíduo, refletindo, principalmente, o gasto de energia aeróbia (Jones & Carter, 2000).

De maneira geral, o  $VO_{2max}$  é o método mais utilizado na literatura científica para demonstrar os efeitos do treino, além de ser uma ferramenta útil na prescrição de exercício, sendo muito associada, principalmente, a desportos de resistência (Basset & Howley, 2000).

De acordo com Basset & Howley (2000) há alguns fatores fisiológicos que podem limitar o  $VO_{2max}$ , sendo três deles classificados como centrais e o outro como periférico, conforme visto na figura 4:



**Figura 4. Fatores fisiológicos limitantes do  $VO_{2max}$  (Basset & Howley, 2000).**

É importante salientar, contudo, que a problemática fatores centrais vs. periféricos têm sido debatida por muito tempo no intuito de conhecer a principal causa de limitação do  $VO_{2max}$  (Saltin *et al.*, 1976, 1985). Na visão atual acredita-se que o débito cardíaco máximo ( $Q_{max}$ ) é o fator prevalecente dessa limitação, de acordo com testes de corrida e bicicleta realizados por Richardson & Saltin (1998). No estudo de Cerretelli & Di Prampero (1987), os autores confirmaram tal pressuposto, porém ressaltam que quando pequenos grupos musculares são exercitados a importância do papel do  $Q_{max}$  torna-se menor.

De fato, durante um exercício máximo, valores elevados de  $VO_{2max}$  são decorrentes de um débito cardíaco maior juntamente com uma extração de  $O_2$  mais acentuada por parte dos músculos em atividade (Spina, 1999; Shephard, 1992). A combinação desses fatores, centrais e periféricos, demonstra a habilidade com que o sistema circulatório oferece e extrai  $O_2$ . Desse modo, o  $VO_2$  pode ser expresso pela equação de Fick:  $VO_2 = Q \times (a - v)O_2$ , onde  $Q$  = débito cardíaco e  $(a - v)O_2$  = diferença arteriovenosa de  $O_2$  (Denadai, 1995; Wilmore *et al.*, 2008).

Ainda segundo Wilmore *et al.* (2008), o  $Q$  se eleva em proporção direta a intensidade do exercício, pois sua proposta principal é atender ao aumento da demanda muscular por

O<sub>2</sub>. Dessa maneira, quando o Q se aproxima da intensidade máxima de exercício, este deve atingir um estado estacionário, alcançando assim seu Q<sub>max</sub>. Tal comportamento, provavelmente, também limita o valor alcançado de VO<sub>2max</sub>.

Spina *et al.* (1992), citados por Jones & Carter (2000) ressaltam que os altos valores de Q e VO<sub>2max</sub>, normalmente encontrados em atletas de elite, estão relacionados à um elevado volume sistólico máximo, uma vez que a FC<sub>max</sub> tende a ser similar até mesmo a de indivíduos sedentários.

Como as exigências energéticas individuais variam em função do tamanho corporal, o VO<sub>2max</sub> geralmente é expresso relativo ao peso corporal, (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>). Isso permite uma comparação mais precisa entre indivíduos de tamanhos diferentes, sobretudo, quando se exercitam em atividades onde há sustentação do peso corporal, como a corrida. Em eventos onde não há tal sustentação, como a natação e o ciclismo, o desempenho da resistência é mais relacionado com o VO<sub>2max</sub> expresso em valores absolutos, (l·min<sup>-1</sup>) (Wilmore *et al.*, 2008).

Quanto aos fatores que influenciam o VO<sub>2max</sub>, há diversos que devemos ponderar. Denadai (1995), por exemplo, considera três: a genética, a idade e o sexo. O treino também constitui um elemento importante que deve ser considerado, neste caso, ele é dependente de outros tantos fatores, como: o nível inicial de condicionamento físico da pessoa, a especificidade do treino, além da duração, intensidade e frequência das sessões individuais de treino (Wenger & Bell, 1986; citados por Jones & Carter, 2000).

Apesar de ainda não se ter conhecimento a respeito do volume e intensidade de exercício ideais para o desenvolvimento do VO<sub>2max</sub>, alguma evidência na literatura, entretanto, sugere que um treino de alta intensidade, aproximadamente entre 80-100% do VO<sub>2max</sub>, é crucial para a melhoria de tal parâmetro fisiológico, considerando, contudo, que um mínimo de volume de treino para um evento particular seja ministrado (Wenger & Bell, 1986; Tabata *et al.*, 1997; citados por Jones & Carter, 2000).

Os valores médios de VO<sub>2max</sub> para jogadores de elite tendem a ser elevados, o que dá suporte à ideia de que há uma grande contribuição da potência aeróbia durante o jogo de futebol. Todavia, tais valores não alcançam os mesmos patamares que os de um especialista em desporto de resistência que podem chegar a 80 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (Reilly,

1996). Valores para jogadores de elite repousam na faixa de 55-70 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> (Apor, 1988; Bangsbo *et al.*, 1988; Faina *et al.*, 1988; Nowacki *et al.*, 1988; Chatard, 1991; Puga *et al.*, 1993; Reilly, 1996; citados por Shephard, 1999), sendo que os mais elevados tendem a ser encontrados no futebol de alto nível quando jogadores encontram-se no pico de seus estados de forma. Por outro lado, o valor de 65 ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> é sugerido como o mínimo desejável de VO<sub>2max</sub> em jogadores de elite.

Ainda segundo Shephard (1999), as diferenças no VO<sub>2max</sub> encontradas consoante as posições de jogo são relativamente pequenas. Os valores mais elevados são vistos entre os médios enquanto os defesas centrais demonstram os menores dentre os jogadores de linha. Reilly (1996) afirma que os defesas laterais, juntamente com os avançados, apresentam valores de VO<sub>2max</sub> considerados intermediários ao passo que os GR exprimem valores inferiores a ambos. Tal observação é confirmada por outros autores (Puga *et al.*, 1993; Hollmann *et al.*, 1981; citados por Shephard, 1999) e reforçada pelas altas % de adiposidade encontrados entre os GR.

É importante salientar, ainda, que os valores de VO<sub>2max</sub> podem ser influenciados por outros fatores, tais como: os padrões de jogo, os regimes de treino e as diferentes fases da época (Reilly, 1996).

#### **2.4.2.1. Principais limitações práticas do VO<sub>2</sub>**

Apesar da já discutida importância da utilidade do VO<sub>2max</sub> em alguns desportos como ferramenta de avaliação da função cardiorrespiratória, há de se considerar alguns fatores que denotam as dificuldades a respeito da utilização prática desse parâmetro fisiológico.

A medida direta do VO<sub>2max</sub> é feita através de ergoespirometria, sendo o indivíduo submetido a um teste com cargas crescentes onde se analisa as frações expiradas de O<sub>2</sub> e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) durante o esforço, além da ventilação pulmonar. No entanto, além de seu custo ser elevado, são necessários: equipamentos sofisticados, profissionais especializados para a condução do teste, maior disponibilidade de tempo para a avaliação, além de uma maior motivação do indivíduo, pois geralmente é realizado em ambiente de laboratório (ACSM, 2000).

Como já é de conhecimento geral, as condições citadas acima, muitas vezes, não condizem com a realidade da maioria dos clubes de futebol. Uma alternativa para isso seria medir o  $VO_{2max}$  de maneira indireta a partir da intensidade de esforço máxima usando-se equações de previsão. A vantagem desse método é que podem ser avaliadas várias pessoas ao mesmo tempo com baixo custo e fácil aplicabilidade. Sua validade, no entanto, muitas vezes é questionada, tendo em vista que muitas dessas equações são específicas para grupos populacionais pré-determinados (ACSM, 2000). Além disso, Astrand & Rodahl (1986) afirmam que tais testes de campo apresentam índices de estimacão do  $VO_{2max}$  na faixa de 10–15% e que, de acordo com Hoff (2005), não são níveis aceitáveis, pois não conseguem discriminar se uma evoluçãõ do condicionamento aeróbio ocorre em virtude de um aumento do  $VO_{2max}$  ou devido à uma melhoria no gesto técnico (economia de movimento).

#### **2.4.3. Frequência cardíaca (FC)**

De acordo com Wilmore *et al.* (2008) a FC é uma das variáveis fisiológicas mais simples e informativas a respeito dos parâmetros cardiovasculares. Seu uso tem aumentado consideravelmente no âmbito futebolístico como meio de controlo da carga de trabalho. Ali & Farrally (1991) sugerem, entre outros métodos, a monitorização da FC por meio de um sistema de telemetria preciso e confortável.

Segundo Eniseler (2005), geralmente, há uma relação linear entre a FC, a carga de trabalho e o  $VO_2$ . Assim, a FC tende a refletir a atual intensidade do exercício. Considerando a linearidade da relação FC- $VO_2$ , a linha de regressão individual FC- $VO_2$  obtida em laboratório devia ser usada não só para determinar a intensidade do exercício, mas também para mensurar as exigências fisiológicas a partir da FC medida em campo (Esposito *et al.*, 2004).

Diversos autores (Castagna *et al.*, 2004; Hoff *et al.*, 2002; Esposito *et al.*, 2004) avaliaram a relação FC- $VO_2$  durante teste em tapete rolante, JCR de 5x5 e até num circuito específico para futebol. Os valores obtidos mostraram que a FC além de ser um indicador válido do gasto metabólico é uma variável com grande utilidade na prescriçãõ e monitorização do treino aeróbio durante atividades intermitentes, tais como o futebol. No estudo de Castagna *et al.* (2007), por exemplo, foi averiguada a validade do uso da FC

em estimar as exigências do  $VO_2$  durante jogos de futebol. O estudo usou jovens voluntários,  $n= 16$ , durante JCR de 5x5, por um período de 30-min. Os resultados obtidos deram suporte à validade da FC.

De notar, contudo, que vários outros estudos confrontam a validade da FC em estimar o  $VO_2$  e, conseqüentemente, determinar a intensidade do exercício. Tais estudos serão discutidos mais à frente quando abordada as limitações práticas do uso da FC.

Com relação à  $FC_{med}$  observada em jogadores de futebol durante jogos oficiais, os valores encontrados situam-se, de maneira geral, entre 156 e 171  $b \cdot \text{min}^{-1}$ , conforme constatado na tabela 4:

**Tabela 4. Valores da FC em jogadores de futebol durante jogos competitivos.**  
Adaptado de Dellal *et al.* (2012).

Nível	Nº de jogos / min	Nº	FC ( $b \cdot \text{min}^{-1}$ )	% $FC_{max}$	Referências
1ª divisão - Dinamarca	Quatro / 90	6	~170	~84	Rhode & Espersen (1988)
Semi-profissional - Reino Unido	Um / 90	9	~171		Ali & Farraly (1991)
Profissional - Japão	Um / 90	2	161	82	Ogushi <i>et al.</i> (1993)
Juniores elite - Porto Rico	Um / 90	8		~83	Rico-Sanz <i>et al.</i> (1996)
Juniores elite - Noruega	Dois / 90	8	171	~84	Helgerud <i>et al.</i> (2001)
1ª divisão - Brasil	Dois / 90	19	166	86	Fernandes (2002)
Sub20 profissional - Reino Unido	Um / 90	6	~166	~83	Thatcher & Batterham (2004)
Quarta divisão - Dinamarca	Um / 90	16	162	86	Mohr <i>et al.</i> (2004)
Juniores - Seleção da Bulgária	Um / 90	16	165		Bachev <i>et al.</i> (2005)
1ª divisão - Turquia	Um / 20	10	157		Eniseler (2005)
Juniores - Brasil	Quinze / 90	18		~85	Coelho (2005)
4ª divisão - Dinamarca	Três / 90	31	156		Krustup <i>et al.</i> (2006)

Juniores - Brasil	Oito / 90	12	169	~84	Mortimer <i>et al.</i> (2006)
Juniores - clubes profissionais da Itália	Dois / 90	29		~83	Impellizzeri <i>et al.</i> (2006)
Sub17 elite - Brasil	Seis / 90	8	166	~84	Rodrigues <i>et al.</i> (2007)
1 <sup>a</sup> divisão - Reino Unido	Um / 90	7	161	84	Edwards & Clark (2006)
1 <sup>a</sup> divisão - Brasil	Um / 45	22	171	~86	Condessa (2007)

É importante destacar que os valores da FC encontrados em jogos de futebol não apresentam comportamento similar entre os dois tempos do jogo. No estudo de Mortimer *et al.* (2006), por exemplo, foram avaliados atletas, n= 25, das categorias sub17 e sub21. A FC foi aferida através de um conjunto de cardiofrequencímetros durante competições oficiais de ambas as categorias, sendo um total de vinte e dois jogos monitorados. De acordo com os resultados obtidos, foram observadas diferenças ( $p<0.01$ ) na FC<sub>med</sub> e na % da FC<sub>max</sub> (%FC<sub>max</sub>) entre o primeiro,  $170 \pm 8 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $85.2 \pm 4.5 \text{ \%FC}_{\text{max}}$ , e o segundo tempo,  $166 \pm 10 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  e  $82.7 \pm 4.6 \text{ \%FC}_{\text{max}}$ , respectivamente. Os resultados traduzem uma menor intensidade de esforço no segundo tempo de jogo em relação ao primeiro.

Diversos autores (Ali & Farrally, 1991; Bangsbo, 1994b; Capranica *et al.*, 2001; Mohr *et al.*, 2004) também encontraram, em seus respectivos estudos, diferenças na intensidade de esforço entre o primeiro e o segundo tempo de jogo, utilizando a FC como parâmetro de avaliação.

Provavelmente uma das explicações para este comportamento, segundo Bangsbo (1994b), está relacionada à degradação progressiva do glicogénio muscular ao longo da partida, ocasionando o desenvolvimento da fadiga (Rebelo, 2002; Rienzi *et al.*, 2000; Tessitore *et al.*, 2005) e, conseqüentemente, uma queda do rendimento físico dos atletas na segunda etapa do jogo.

Considerando uma perspectiva puramente quantitativa, Balsom (1999) afirma que a produção de energia anaeróbia conta apenas para uma parte, porém longe de insignificante, da energia total produzida durante um jogo. Devido à maioria das atividades realizadas no futebol situarem-se em patamares de intensidade que vão de baixo a moderado, podemos descrevê-lo como um desporto aeróbio de características

intermitentes, onde aproximadamente 90% do total de energia gasta são oriundas de fontes aeróbias de energia (McMillan *et al.*, 2005; Dellal, 2008; Bangsbo, 1994b; Stolen *et al.*, 2005; Dellal *et al.*, 2012)

Com relação às zonas de intensidade, Bangsbo (1996) desenvolveu um padrão com os valores médios e intervalos de variações das variáveis FC e  $VO_{2max}$ , além das respectivas zonas atuantes, conforme visto na tabela abaixo:

**Tabela 5. Princípios do treino aeróbio. Adaptado de Bangsbo (1996).**

	FC				$VO_{2max}$	
	%FC <sub>max</sub>		b.min <sup>-1</sup>		%VO <sub>2max</sub>	
	Média	Variação	Média*	Variação*	Média	Variação
Recuperação	65	40-80	130	80-160	55	20-70
Baixa intensidade	80	65-90	160	130-180	70	55-85
Alta intensidade	90	80-100	180	160-200	85	70-100

\* Considerando uma FC<sub>max</sub> de 200 b.min<sup>-1</sup>

No âmbito desportivo, a FC de repouso (FC<sub>rep</sub>) corresponde ao valor mínimo de FC observado durante um período de 10-min de monitorização na qual os jogadores permanecem deitados na cama, em um ambiente calmo e com olhos fechados ou, imediatamente após acordarem usando-se procedimentos similares (Dellal *et al.*, 2012).

Apesar de na grande maioria dos estudos os valores da FC terem sido expressos através da FC<sub>max</sub> como meio de avaliar a intensidade do exercício, tal procedimento, no entanto, não considera a magnitude das respostas da FC, FC<sub>max</sub> – FC<sub>rep</sub>. De fato, dois jogadores podem ter valores similares de FC<sub>max</sub>, porém FC<sub>rep</sub> distintos, o que poderia induzir à diferentes respostas da FC durante os treinos ou jogos. Para isso, Borresen & Lambert (2009) sugerem o uso da FC de reserva (FC<sub>res</sub>), pois esse método considera o fato da FC<sub>rep</sub> variar com a idade e o nível de condicionamento físico ao passo que a FC<sub>max</sub> diminui ao longo dos anos. Nesse contexto, as respostas da FC precisam ser analisadas

considerando, também, a  $FC_{rep}$ , como proposto por Karvonen *et al.* (1957) através da fórmula:

$$\% \text{ da } FC_{res} (\%FC_{res}) = (FC_{med} - FC_{rep} / FC_{max} - FC_{rep}) \times 100$$

**Tabela 6. Correspondência entre os valores relativos ao  $VO_{2max}$ ,  $FC_{res}$  e  $FC_{max}$  para a caracterização da intensidade dos exercícios de treino (Alves, 2011).**

$\%VO_{2max}$	$\%FC_{res}$	$\%FC_{max}$
50	50	66
55	55	70
60	60	74
65	65	77
70	70	81
75	75	85
80	80	88
85	85	92
90	90	96
95	95	98
100	100	100

Outro ponto a considerar durante a monitorização da FC é com relação aos ritmos circadianos, que de acordo com Afonso *et al.* (2006), compreendem a períodos de aproximadamente 24 horas e são manifestados por oscilações do sistema fisiológico, principalmente, sincronizados pelo ciclo de variação da luz, dia / noite, e por interações sociais. Diversas medidas do desempenho humano apresentam variações circadianas, essas oscilações parecem seguir o ritmo da temperatura corporal (Reilly & Brooks, 1982; Shephard, 1984).

Segundo Shepard (1984), as variações diurnas na temperatura corporal central são de aproximadamente  $8^{\circ}C$ , com os picos ocorrendo no fim da tarde. De acordo com o mesmo autor, variações dessa magnitude afetam o uso da  $FC_{rep}$  no controlo do treino, como por

exemplo: na predição da síndrome de sobressolicitação e da FC submáxima ( $FC_{sub}$ ), esta última, como forma de prever a intensidade do exercício e do  $VO_{2max}$ .

No estudo de Afonso *et al.* (2006), por exemplo, foram utilizados indivíduos fisicamente ativos,  $n= 11$ , com idades compreendendo os  $22 \pm 1.6$  anos, para averiguar as respostas da  $FC_{rep}$ ,  $FC_{max}$ , valores da PSE e do teste de Bruce (Bruce *et al.*, 1973). Os testes foram executados em seis horários distintos ao longo do dia. Os resultados obtidos demonstraram que tanto a  $FC_{rep}$  como a  $FC_{max}$  apresentaram seus menores valores na fase noturna do ciclo dia / noite, por volta das 24:00 horas, conforme pode ser visto na figura 5. Desse modo, o autor sugere que tais achados sejam considerados quando avaliações aeróbias e prescrições de exercícios forem realizadas em determinados períodos do dia.

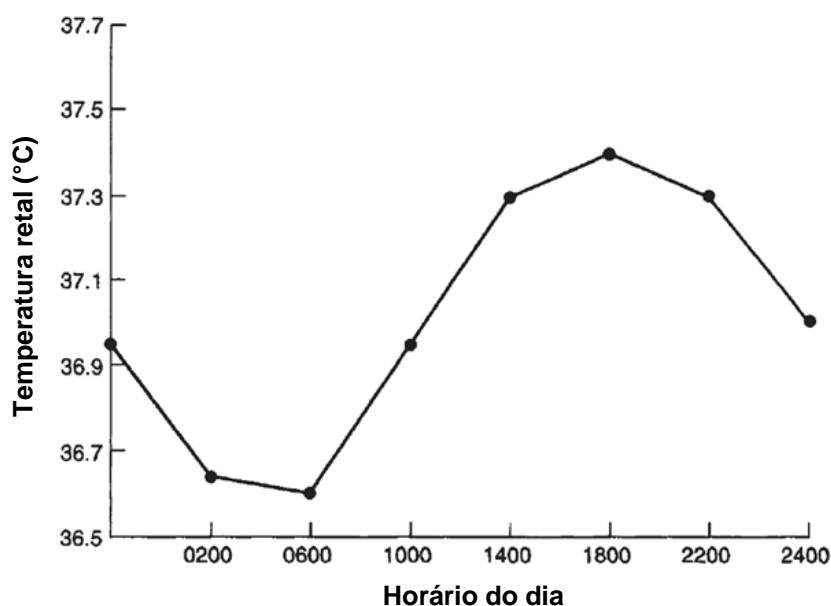


Figura 5. Ritmo circadiano da temperatura retal. Adaptado de Reilly (1996).

#### 2.4.3.1. Principais limitações práticas da FC

Apesar da monitorização da FC ser um método muito utilizado para o controlo da CT, entre outras funções já discutidas neste tópico, em certas situações a sua utilidade ainda é questionada.

De acordo com Little & Williams, (2007) evidências sugerem que em exercícios de futebol onde há uma grande predominância da componente anaeróbia, a monitorização da FC pode vir a subestimar a intensidade do mesmo. Além disso, as respostas da FC às mudanças repentinas de intensidade não são imediatas (Achten & Jeukendrup, 2003). Aroso *et al.* (2004), por exemplo, acharam em seus estudos que alterando as características de um jogo-treino, no intuito de induzir condições de maior intensidade, produziram aumentos nos níveis de  $La^-$  sem uma elevação concomitante da FC. Além disso, durante exercícios de intensidade máxima onde o período de duração da ação é muito curto, uma proporção significativa desse tempo é gasta com a FC transcendendo a um nível de estado estacionário. Segundo Little & Williams (2007), para a  $FC_{med}$  ser considerada uma medida válida da intensidade os exercícios de futebol deviam ter duração suficiente para que esse patamar estacionário da FC fosse alcançado e mantido por um período relativamente significativa.

As diretrizes utilizadas tanto para monitorar o estresse cardiovascular como para prescrever a intensidade do exercício têm sido baseadas na relação  $FC-VO_{2max}$  (ACSM, 1998; Astrand & Rodahl, 1986; citados por Castagna *et al.*, 2007). Durante exercícios contínuos de carga constante, essa associação tem demonstrado ser linear sobre uma grande variedade de intensidades submáximas (Astrand & Rodahl, 1986). No entanto, sua validade durante exercícios intermitentes, tal como o futebol, ainda não está claramente entendida.

Ogushi *et al.* (1993), por exemplo, reportou que o  $VO_2$  estimado a partir da FC foi 25% maior do que o  $VO_2$  vigente durante um jogo amistoso simulado de 90-min. Tumilty (1993) sugeriu que a FC não reflete corretamente o comportamento do  $VO_2$  durante exercícios de futebol, pois atividades intermitentes onde há variações de velocidades, típicas do futebol, podem elevar a FC de maneira distinta em relação ao  $VO_2$ .

Esse aumento desproporcional da FC em relação ao  $VO_2$  pode estar relacionado a diversos fatores. Ações intermitentes específicas do futebol, tais como: *sprints*, saltos, remates e dribles, além de outros fatores, como: o calor, o estresse emocional e termal; podem induzir a erros de estimativa e alterar a linearidade da relação  $FC-VO_2$  em campo (Esposito *et al.*, 2004; Bangsbo, 1994b; Rohde & Espersen, 1988).

Desse modo, a relação entre a FC e o gasto de energia torna-se não linear em intensidades muito elevadas (Astrand & Rodahl, 1986).

Em exercícios onde a intensidade é muito elevada, Litte & Williams (2007) sugerem variar os métodos de determinação das intensidades a partir da FC, tais como: usar a FC de pico ( $FC_{pico}$ ) ou analisar a última parte do período de exercício. No entanto, tais sugestões ainda requerem futuros estudos.

#### **2.4.4. Percepção subjetiva de esforço (PSE)**

A percepção subjetiva de esforço (PSE) tem sido referida como a forma mais apropriada de medir o grau de esforço físico em comparação a outras variáveis fisiológicas (Borg, 1982). Além disso, ela representa a combinação de muitos fatores que afetam a CI do exercício, tais como: o estado psicológico e de treino do atleta, além da CE de treino (Coutts *et al.*, 2009). Alguns autores (Smutok *et al.*, 1980; Purvis & Cureton, 1981; Birk *et al.*, 1985; citados por Hill *et al.*, 1987) têm sugerido o uso da escala de PSE na prescrição da intensidade dos exercícios.

De acordo com Borg (1998) a escala foi criada a partir da ideia de que a medida do esforço percebido corresponde à intensidade de estímulo que uma pessoa é submetida durante um exercício físico e seus valores são estimados por meio de um método específico de classificação.

De primeiro momento a escala de Borg foi elaborada com 15 níveis de esforço, que vão de 6, abaixo de extremamente fácil – 7, até 20, acima de extremamente forte – 19 (Jurado & Borin, 2006), conforme pode ser visto na tabela 7. Esses números, 6 e 20, foram escolhidos em decorrência de valores estimativos da  $FC_{rep}$  e  $FC_{max}$ , 60 – 200  $b.min^{-1}$ , o que permite, desse modo, uma eventual comparação da PSE com a FC correspondente (Borg, 1998).

**Tabela 7. Escala de Borg de 15 níveis. Adaptado de Jurado & Borin (2006).**

Escala de Borg (1982)	
6	
7	Extremamente fácil
8	
9	Muito fácil
10	
11	Fácil
12	
13	Moderado
14	
15	Forte
16	
17	Muito forte
18	
19	Extremamente forte
20	

Logo em seguida a primeira escala, Borg (1982) desenvolveu outra com 13 níveis de esforço, porém, devido à falta de linearidade desta em refletir a intensidade do exercício, foi necessário modificá-la novamente, assim Foster (1998) elaborou a CR-10 adaptada (anexo 1).

Um dos propósitos de Foster (1998) ao adaptar a escala de Borg foi desenvolver uma nova ferramenta de controlo da CT chamada de método de PSE da sessão que pode ser calculada multiplicando o valor obtido de PSE da respectiva sessão (escala de 0 a 10) pela duração do exercício (min) ou pelo número de repetições, em caso de treino de resistência, sendo o resultado expresso em unidades arbitrárias (UA). Esse método permite aos treinadores avaliarem o desempenho de seus atletas no intuito de ter um controlo mais eficaz da periodização do treino, sendo até mesmo possível, entre outros fatores, calcular o nível de monotonia referente ao padrão semanal de esforço (Lambert & Borresen, 2010).

A escala de Borg e seus valores de PSE encontrados durante atividades físicas têm sido largamente investigada quanto a sua utilidade tanto no âmbito clínico como no desportivo (Noble & Robertson, 1996).

Há vários estudos que correlacionam a PSE com diversas variáveis fisiológicas da intensidade do exercício, tais como: o  $VO_2$ , a ventilação pulmonar, as taxas de ventilação, os níveis de  $La^-$ , a FC e a atividade eletromiográfica; durante uma variedade de protocolos de exercícios (Chen *et al.*, 2002; Lagally *et al.*, 2002; citados por Coutts *et al.*, 2009). Tomados em conjunto, esses estudos sugerem que a PSE é um marcador válido da intensidade global do treino, principalmente, em exercícios intermitentes de alta intensidade (Coutts *et al.*, 2009).

No estudo de Impellizzeri *et al.* (2004), por exemplo, os autores monitoraram 479 sessões de treino de futebol com o propósito de confirmar a validade da PSE como indicador da CT. Para tal, os valores obtidos de PSE foram correlacionados com as respectivas FC derivadas das CT. Considerando os resultados alcançados, os autores sugeriram que a PSE apresenta-se como uma medida mais confiável da intensidade do exercício do que a FC em situações onde tanto o sistema anaeróbio como o aeróbio estão ativados, como por exemplo, na maioria dos exercícios de futebol.

Talvez a principal vantagem do uso da PSE como ferramenta de controlo da CT deve-se ao fato de ser um método rápido, não invasivo e barato, muito diferente dos outros métodos mais dispendiosos (Foster, 1998).

#### **2.4.4.1. Principais limitações práticas da PSE**

Apesar da praticidade da PSE como ferramenta útil de controlo da CT, seu uso, no entanto, é influenciado por diversas causas. Devido à complexa interação de vários fatores que contribuem para a percepção pessoal do esforço físico, como: as concentrações hormonais e de substratos, os traços de personalidade, as taxa de ventilação, os níveis de neurotransmissores, as condições do meio ambiente, além do estado psicológico dos jogadores. O uso da PSE torna-se, desse modo, limitado em quantificar e / ou prescrever de maneira precisa a intensidade do exercício (Williams & Eston, 1989; citados por Borresen & Lambert, 2009).

Em decorrência de tais características, a PSE pode ser útil como um potencial marcador da síndrome de sobressolicitação (Foster, 1998), porém deve conduzir à intensidades de treino inapropriadas por causa das alterações temporárias de humor.

#### **2.4.5. Lactatemia**

Os níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo tem sido ao longo de muito tempo, uma das mais importantes variáveis fisiológicas dentro do âmbito futebolístico. Por essa razão, tal variável tem sido recolhida e estudada por diversos autores durante vários jogos competitivos (Bangsbo, 1994b; Ekblom, 1986; Smaros, 1980) e até mesmo em sessões de treino (Aroso *et al.*, 2004; Capranica *et al.*, 2001; Reilly & White, 2005).

Ao contrário do comportamento da FC, os níveis de  $\text{La}^-$ , aparentemente, não são tão influenciados por fatores emocionais durante jogos de futebol. Além do mais, tal variável fisiológica reflete melhor as diversas atividades anaeróbias peculiares desse desporto, tais como: os saltos, as disputas pela bola e os remates (Little & Williams, 2007).

De acordo com Billat (1996) a produção de ácido láctico deve-se ao fato da ativação da glicólise anaeróbia ocorrer mais rapidamente do que a fosforilação oxidativa. Isso resulta em uma elevação transiente da coenzima nicotinamida adenina dinucleotídeo reduzida - NADH no citoplasma e de produção de ácido láctico, este último, após liberação de íons de hidrogênio -  $\text{H}^+$  e posterior combinação do restante do composto com íons de sódio -  $\text{Na}^+$  ou de potássio -  $\text{K}^+$ , formará um sal, chamado lactato -  $\text{La}^-$  (Wilmore *et al.*, 2008).

O acúmulo de  $\text{La}^-$  ocorre em decorrência do aumento da intensidade de trabalho e pode ser atribuído a disparidades na taxa de produção e remoção de  $\text{La}^-$ , até mesmo em intensidades abaixo do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , pois segundo Billat (1996), a produção de  $\text{La}^-$  não se relaciona ao déficit de  $\text{O}_2$  mas sim ao aumento do fluxo da glicólise anaeróbia.

De acordo com Gomes-Pereira (1989), é possível estabelecer uma relação entre a lactatemia e a intensidade do esforço, considerando que quanto mais elevada for a intensidade do exercício maior será a quantidade de energia necessária à sua realização, bem como a participação do metabolismo glicolítico. Com base nessa relação, o autor considera que há diversas zonas de classificação que correspondem a diferentes

participações metabólicas. Ainda segundo Gomes-Pereira (1989), em exercícios de caráter contínuo, o metabolismo energético será predominantemente aeróbio quando os níveis de  $\text{La}^-$  atingirem um patamar próximo aos  $2 \text{ mmol.L}^{-1}$ , que equivale à zona do limiar aeróbio - LAer. A partir desse valor os níveis de  $\text{La}^-$  começam a subir significativamente atingindo a zona do LAna, por volta dos  $4 \text{ mmol.L}^{-1}$  (Gomes-Pereira, 1992).

O LAer representa o início da acidose durante um exercício de intensidade progressiva, o ponto onde decorre um aumento abrupto dos níveis de  $\text{La}^-$  acima do nível basal (Beaver *et al.*, 1985; citados por Espada, 2013). Já o LAna refere-se ao nível de intensidade de esforço acima do qual os processos anaeróbios passam a participar consideravelmente da produção energética, refletindo um desequilíbrio entre o  $\text{La}^-$  produzido no músculo e a quantidade que o organismo é capaz de remover e metabolizar, resultando no acúmulo de  $\text{La}^-$  (Gomes-Pereira, 1989).

De acordo com Chamoux *et al.* (1988), citados por Aroso (2003), a zona de intensidade situada entre  $2 - 4 \text{ mmol.L}^{-1}$  é denominada de zona de transição aeróbia-anaeróbia e é referenciada por alguns autores (Gomes-Pereira, 1989; Alves, 2011) como ideal para o treino da capacidade aeróbia. Além disso, Gomes-Pereira (1989) ainda cita três outras zonas decorrentes do grau de acidose: acidose baixa,  $4 - 6 \text{ mmol.L}^{-1}$ , referência para o treino da potência aeróbia; acidose média,  $6 - 9 \text{ mmol.L}^{-1}$ , referência para o treino misto; acidose elevada,  $9 - 12 \text{ mmol.L}^{-1}$ , de característica fundamentalmente anaeróbia láctica.

De notar que o processo de produção e remoção de  $\text{La}^-$  ocorre concomitantemente tanto em repouso como durante o exercício. Quando há um aumento dos níveis de  $\text{La}^-$  significa que a taxa de produção do mesmo excede a de remoção. Por outro lado, quando há uma diminuição, o processo predominante é o inverso (Billat, 1996; Espada, 2013)

Com relação aos níveis de  $\text{La}^-$  apresentados durante jogos de futebol, Gerish *et al.* (1988), citados por Pinto (2011), sugerem que tal análise deve ser feita de maneira bem criteriosa, pois em situações de jogo as exigências físicas são mais complexas. Na maioria dos casos, as amostras são recolhidas no intervalo e no final dos jogos. Na tabela 8, encontram-se valores médios de níveis de  $\text{La}^-$  obtidos por alguns autores em diferentes momentos do jogo:

**Tabela 8. Níveis de  $\text{La}^-$  em diferentes momentos do jogo.**

Nível	Níveis de $\text{La}^-$ (mmol.L <sup>-1</sup> )		Referências
	Primeiro tempo (final)	Segundo tempo (final)	
1 <sup>a</sup> divisão - Brasil	4.5	3.46	Ananias <i>et al.</i> (1998)
1 <sup>a</sup> divisão - Portugal	4.2		Rebelo (1999)
1 <sup>a</sup> divisão - Suécia	9.5	7.2	
2 <sup>a</sup> divisão - Suécia	8	6.6	Ekblom (1986)
3 <sup>a</sup> divisão - Suécia	5.5	4.2	
4 <sup>a</sup> divisão - Suécia	4	3.9	
1 <sup>a</sup> e 2 <sup>a</sup> divisão - Dinamarca	5.1	3.9	Rohde & Espersen (1988)
Profissionais - Bélgica	4	3	Maréchal (1996)

De acordo com as informações da tabela 8, percebe-se que a amplitude dos valores referentes aos níveis de  $\text{La}^-$  vai de 3 a 9.5 mmol.L<sup>-1</sup>, o que demonstra o quão solicitado é o sistema anaeróbio de produção de energia durante o jogo. Além disso, assim como ocorreu com a variável FC, nota-se a nítida queda dos níveis de  $\text{La}^-$  no segundo tempo em relação ao primeiro, muito provavelmente devido à menor distância percorrida e diminuição da intensidade neste período do jogo (Bangsbo, 1994b)

Levando-se em conta o aspecto intraindividual, Smith *et al.* (1993), citados por Pires (2011), observaram que os valores referentes aos níveis de  $\text{La}^-$  variam de maneira considerável. Por exemplo, os mesmos autores acharam valores que oscilaram de 2,55 a 10,52 mmol.L<sup>-1</sup> para um mesmo jogador durante uma partida. Já Rebelo (1999) também identificou grande variabilidade nos níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo a nível interindividual. Há diversas razões para explicar tal comportamento, Bangsbo (1994b, 1995) acredita que isso tem a ver com o grau de motivação dos jogadores, o estilo e o ritmo de jogo, além de aspectos táticos e estratégicos. Lambert & Borresen (2009, 2010) consideram que fatores como a ingestão de carboidratos pré-exercício, a temperatura ambiente, o nível de desidratação e o grau de dano muscular antes do jogo, também tem influência direta nos

níveis de  $\text{La}^-$ . Tessitore *et al.* (2005) fazem referências ao tipo de fibra muscular e o declínio da capacidade de produção de  $\text{La}^-$  em função da idade.

#### **2.4.5.1. Principais limitações práticas da lactatemia**

Assim como ocorreu com as outras variáveis fisiológicas discutidas, a lactatemia também tem suas respectivas limitações.

Embora seja de conhecimento geral a importância dos níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo como parâmetro fisiológico de controlo da CT, é preciso, no entanto, ponderar que em atividades intermitentes, como o futebol, os níveis de  $\text{La}^-$  muscular não se correlacionam com os de  $\text{La}^-$  sanguíneo, pois nem todo o  $\text{La}^-$  produzido vai para corrente sanguínea. Ou seja, há uma nítida diferença entre tais taxas de remoção de  $\text{La}^-$  e no âmbito futebolístico isso significa que os níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo podem permanecer elevados mesmo se os níveis de  $\text{La}^-$  muscular estiverem relativamente baixos (Bangsbo *et al.*, 2006).

De notar ainda que, a relação entre os níveis de  $\text{La}^-$  muscular e sanguíneo também parece ser influenciada pelas atividades realizadas momentos antes da recolha das amostras de sangue ao invés de reportarem a média de todo período de trabalho (Bangsbo *et al.*, 1991; Krstrup *et al.*, 2005; Little & Williams, 2007). Segundo Shephard (1999), o momento em que a amostra é recolhida também é de grande importância, pois o  $\text{La}^-$  circulante apresenta taxa de metabolização mais elevada durante intervalos de jogo onde a intensidade é menor.

Além disso, o tipo de técnica utilizada (aparelho portátil ou por meio de microtúbulos), o volume de diluição e o lugar (lóbulo da orelha ou ponta do dedo) onde se recolhem as amostras sanguíneas também afetam diretamente os níveis de  $\text{La}^-$  (Borresen & Lambert, 2009).

De acordo com Bangsbo *et al.* (2006) tal consideração é muito importante de se levar em conta quando forem interpretados os níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo como consequência dos níveis de  $\text{La}^-$  muscular.

Em decorrência dos fatores supracitados a importância do LANA como referência no monitoramento e prescrição da intensidade dos exercícios, torna-se, desse modo, de pouca utilidade prática. Alguns autores (Borresen & Lambert, 2009, 2010; Svensson & Drust, 2005) recomendam o uso do LANA como indicador objetivo da resistência aeróbia do jogador a ser avaliada após um período de treino, de preferência, em condições laboratoriais

Borresen & Lambert (2009) ressaltam, ainda, os altos índices de diferenças inter e intraindividuais observados para essa variável fisiológica.

Além disso, por ser um método invasivo, a coleta do  $La^-$  requer experiência da pessoa responsável. O alto custo em obter o aparelho portátil ou realizar as análises sanguíneas em laboratório e o tempo útil para coleta, entre outros fatores, também são dificuldades práticas que limitam a obtenção dos níveis de  $La^-$  durante jogos e sessões de treino.

## **2.5. Relação entre as variáveis fisiológicas: FC, PSE e níveis de $La^-$**

Em se tratando das variáveis fisiológicas estudadas neste trabalho: FC, PSE e níveis de  $La^-$ . Diversos estudos tem sido realizados com o propósito central de investigar a relação existente entre elas, identificando, dessa maneira, a influência que cada variável pode exercer sobre a outra.

Alexiou (2007), por exemplo, após monitorar 623 sessões de treino de jogadoras de futebol de elite, observou que há uma boa correlação entre as CT, obtidas a partir da monitorização da FC e do método de PSE da sessão. Em outro estudo, Alexiou & Coutts (2008) deram suporte à tal achado, identificando níveis de correlação significativos ( $p < 0.05$ ) entre ambos os métodos. Além disso, com base nos resultados obtidos, os autores sugeriram o uso do método de PSE da sessão como alternativa prática e eficaz aos métodos baseados na FC. Resultados semelhantes também foram obtidos por Impellizzeri *et al.* (2004) que, após monitorarem 479 sessões de treino de futebol, também chegaram a conclusão de que a PSE era um indicador válido da CT, baseando-se em correlações com os valores de FC derivados das CT.

No estudo de Coutts *et al.* (2009), jogadores de futebol, n= 20, foram avaliados quanto a FC, a PSE e os níveis de  $\text{La}^-$ , em 67 JCR realizados ao longo de várias sessões de treino. Os resultados demonstraram que a combinação entre a % da  $\text{FC}_{\text{pico}}$  ( $\% \text{FC}_{\text{pico}}$ ) e os níveis de  $\text{La}^-$  relacionam-se melhor com a PSE do que tanto a  $\% \text{FC}_{\text{pico}}$  como os níveis de  $\text{La}^-$  medidos separadamente. Além disso, os autores constataram que a  $\% \text{FC}_{\text{pico}}$  e os níveis de  $\text{La}^-$  apresentaram níveis de correlação moderados em relação à PSE.

No que se refere à relação entre a PSE e os níveis de  $\text{La}^-$ , Borg *et al.* (1987) após testes incrementais máximos realizados em bicicleta ergométrica por indivíduos, n= 10, fisicamente ativos do sexo masculino, puderam demonstrar que os valores de PSE, obtidos a partir da escala de Borg, corresponderam muito bem com a taxa de acumulação de  $\text{La}^-$ . Em outro estudo da mesma linha, Steed *et al.* (1994) demonstraram que a relação entre a PSE e o LL permaneceu constante durante 30-min de atividade contínua realizada a velocidades correspondentes ao LL, 2.5 e 4  $\text{mmol.L}^{-1}$ . Os autores desse estudo ainda sugeriram o uso da PSE para o controlo do treino e regulação da passada durante corridas, especialmente para eventos com duração próxima de 1 hora.

Outro estudo interessante a respeito da relação entre variáveis fisiológicas é o de Snyder *et al.* (1994). Os autores propõem uma maneira mais simples de estimar o EEML, este definido por Billat *et al.* (2003), citados por Alves (2011), como a mais elevada concentração de  $\text{La}^-$  e correspondente velocidade de corrida que pode ser mantida por um tempo determinado sem que ocorra uma acumulação contínua de  $\text{La}^-$  no sangue. O modelo proposto usou os dados da FC obtidos durante vinte e um exercícios de corrida e quarenta e cinco exercícios de ciclismo organizados em grupos separados. Após a recolha de tais dados e posterior validação dos intervalos de confiança (95%), os autores concluíram que esse modelo, apesar de simples, é eficaz na predição do EEML do indivíduo, apresentando índice de precisão satisfatório o suficiente para ser usado quando a recolha do  $\text{La}^-$  sanguíneo não puder ser efetuada.

Já Smutok *et al.* (1980) relatou que a prescrição de exercício através do uso da PSE para indivíduos adultos e fisicamente ativos do sexo masculino é confiável, somente, com valores de FC acima de  $150 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  (80% da  $\text{FC}_{\text{max}}$ ) e velocidades de corrida de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

É importante considerar, contudo, que grande parte dessas relações foram obtidas por meio de atividades de caráter contínuo (ex: ciclismo, corrida em tapete rolante, etc), assim sendo, a interpretação de seus resultados levando-se em conta atividades de características intermitentes, como o futebol, deve ser feita de maneira cuidadosa.

Outro fator a considerar, segundo Eniseler (2005), é que para uma dada atividade física, cada jogador apresenta níveis distintos e próprios de LANA que correspondem a valores específicos de FC, desse modo, a interpretação de tais valores, durante diversas atividades do âmbito futebolístico (jogos oficiais e modificados, além do treino tático e técnico) deve ser individualizada.

Um exemplo disso é o estudo de Little & Williams (2007). Os autores verificaram que as respostas da FC e dos valores da PSE diferiram significativamente ( $p < 0.05$ ) entre os JCR realizados, não sendo possível, desse modo, achar uma correlação entre ambas variáveis fisiológicas.

## **2.6. Teste de Yo-Yo intermitente de recuperação – nível II (YYIRT2)**

A capacidade aeróbia, devido à sua importância no âmbito desportivo, têm recebido grande atenção como método eficaz em avaliar a aptidão física de indivíduos. Segundo Krustup *et al.* (2003), há uma grande variedade de testes de laboratório (Bishop *et al.*, 2001; Cooper, 1968; Bravo *et al.*, 2005; Krustup *et al.*, 2003, 2005; Leger & Lambert, 1982; Ramsbottom *et al.*, 1988; citados por Krustup *et al.*, 2003) que foram desenvolvidos com o intuito principal de avaliar o desempenho físico de atletas em diversos desportos.

De acordo com Castagna *et al.* (2008), embora os valores obtidos a partir de tais testes sejam considerados “padrão ouro” para a medida da capacidade aeróbia, os procedimentos metodológicos, no entanto, consomem muito tempo, exigem profissionais treinados e equipamentos caros. Além disso, na maioria dos testes, o tipo de exercício utilizado é de característica contínua, o que vem de encontro com o perfil de muitos desportos, principalmente, os que fazem o uso da bola, onde o tipo de atividade é, predominantemente, intermitente e o desempenho é relacionado com a habilidade dos

atletas em realizarem atividades repetitivas de elevada intensidade (Krustrup *et al.*, 2003).

Baseando-se nessa lógica, os testes de Yo-Yo intermitente de recuperação (Krustrup *et al.*, 2003, 2006) foram especificamente desenvolvidos para avaliar a habilidade de indivíduos em realizar atividades intermitentes de alta intensidade. Além disso, eles são extensivamente utilizados por cientistas e treinadores no monitoramento da capacidade cardiorrespiratória de jogadores de futebol (Bangsbo *et al.*, 2008; citados por Rampinini *et al.*, 2010). Há duas versões do teste de Yo-Yo intermitente de recuperação, nível I e II. Ambos diferem entre si com relação à intensidade e a duração do exercício.

No teste de Yo-Yo intermitente de recuperação – nível II (YYIRT2) ambos os sistemas energéticos, aeróbio e anaeróbio, são altamente estimulados. Por essa razão o teste tem duração muito curta, 2 – 10-min, e o mesmo consiste em corridas intermitentes de 20 m, realizadas a velocidades progressivas, intercaladas com períodos de 10 s de recuperação ativa (Krustrup *et al.*, 2006).

No estudo dos mesmos autores, foi observado que os defesas centrais,  $985 \pm 43$  m,  $n=21$ ; defesas laterais,  $978 \pm 40$  m,  $n=20$ ; médio alas,  $984 \pm 41$  m,  $n=26$ ; e os médio centros,  $968 \pm 48$  m,  $n=22$ ; tiveram um desempenho no YYIRT2 superior ( $p<0.05$ ) em relação aos avançados,  $894 \pm 47$  m,  $n=24$ ; e GR,  $602 \pm 27$  m,  $n=6$ . Além de diferenças entre as posições, o desempenho no YYIRT2 pode ser influenciado em decorrência de outros fatores, tais como: o nível da competição e as diferentes fases da época ao longo do ano (Krustrup *et al.*, 2006; Bangsbo *et al.*, 2008)

A idade dos jogadores também é um elemento que contribui diretamente com os resultados. Bangsbo *et al.* (2008) observaram que o desempenho no YYIRT2 de jogadores entre 16 e 17 anos foi cerca de 30% inferior ao de jogadores de elite do mesmo clube, 680 vs. 940 m.

Outro fator interessante, de acordo com Krustrup *et al.* (2003), é que o YYIRT2 tem índices de reprodutibilidade e sensibilidade bem elevados, além disso, os resultados obtidos no teste demonstram-se fortemente relacionados com o desempenho apresentado durante os jogos de futebol, principalmente, no que concerne a quantidade de atividades realizadas em alta intensidade.

No que diz respeito ao aspecto fisiológico, Bangsbo *et al.* (2008) demonstrou que o YYIRT2 pode ser usado para determinar rapidamente a  $FC_{max}$  de um indivíduo.

### III. METODOLOGIA

### 3.1. Caracterização da amostra

A população para este estudo foi de jogadores de uma equipa brasileira da elite do futebol paulista, categoria sub20. Foram selecionados dez voluntários, sendo: dois GR, dois defesas, dois meias, dois defesas laterais e dois pontas de lança. Todos se encontravam integrados num regime regular de treinos e participações em competições.

Antes de iniciarem a participação neste projeto, os voluntários receberam todas as informações quanto aos objetivos, procedimentos e riscos inerentes ao estudo. Os sujeitos, ao concordarem em participar da pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2). Eles foram avisados de que poderiam se desligar da pesquisa em qualquer fase do processo, sem nenhum constrangimento. As características antropométricas, gerais e fisiológicas dos sujeitos estão ilustradas na tabela 9 abaixo:

**Tabela 9. Caracterização global da amostra**

<b>Atleta</b>	<b>Massa corporal (kg)</b>	<b>Idade (anos)</b>	<b>Escolaridade* (ensino médio)</b>	<b>Tempo de prática na modalidade (anos)</b>	<b>VO<sub>2</sub>max (ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>) Estimado</b>
A	75.2	18	Completo	10	49.6
B	70	18	Completo	11	49.1
C	74.1	19	Incompleto	10	49.6
D	68.5	19	Incompleto	10	49.6
E	62	18	Completo	13	49.6
F	74.5	17	Incompleto	11	49.6
G	71.7	17	Incompleto	7	50.7
H	63.2	19	Completo	15	49.1
Média	69.90	18.12	-	10.87	49.61
DP	5.06	0.83	-	2.35	0.49

\* O ensino médio no Brasil equivale ao 3º ciclo do ensino básico em Portugal.

### 3.2. Instrumentos

Os instrumentos utilizados na elaboração deste estudo foram: questionário de percepção subjetiva de esforço (Anexo 2), cardiofrequencímetros da marca Polar® – modelo A3, lancetas descartáveis, capilares de vidro heparinizados e calibrados, tubos Eppendorf contendo 50µL de fluoreto de sódio a 1%, luvas descartáveis, álcool etílico a 70%, analisador de lactato YSL 1500 (YSL Instruments), pacote de algodão, laptop com caixas acústicas portáteis e CD com a gravação do YYIRT2.

### 3.3. Procedimentos de Recolha

Primeiramente foi aplicado o YYIRT2 para determinação da  $FC_{max}$  e estimação do  $VO_{2max}$  de cada atleta. Para tal, os jogadores foram orientados a não participarem de nenhuma atividade física nas 48 horas anteriores à execução do teste, além de não ingerirem produtos com cafeína nas 8 horas precedentes ao teste e nem comerem 3 horas antes do mesmo.

Os JCR não foram jogados no mesmo dia pelas mesmas condições esclarecidas no parágrafo anterior, todavia, foram aplicados no mesmo período do dia no intuito de evitar variações no ciclo circadiano (Afonso *et al.*, 2006), entre outros fatores. Em ambos os jogos foi realizado um aquecimento prévio de aproximadamente 10-min.

Após esses procedimentos iniciais, foram colocados os cardiofrequencímetros nos jogadores, com exceção dos GR, e deu-se início a recolha dos dados. Os jogos tiveram a mesma área delimitada, 25 x 36 m, sendo 90 m<sup>2</sup> / jogador e a mesma configuração das equipas, GR + 4 vs. 4 + GR, sendo: um GR, um defesa, um defesa lateral, um meia e um ponta de lança para cada equipa. O dia A, foi jogado de maneira contínua com uma série única de 16-min de duração. O dia B, foi jogado de maneira intermitente com quatro séries de 4-min de duração e pausas ativas de 2-min entre as séries, ou seja, os jogadores realizavam corrida de baixa intensidade de caráter regenerativo, cerca de 50% do  $VO_{2max}$  (Alves, 2011), em volta do campo até o término da pausa. Ao fim dos jogos, os cardiofrequencímetros foram recolhidos e higienizados.

Todos os dados recolhidos durante a realização deste estudo foram somente utilizados para fins de pesquisa e mantidos em sigilo.

### **3.3.1. Medidas antropométricas**

A massa corporal, expressa em quilogramas (kg), foi mensurada com os voluntários descalços, utilizando-se uma balança digital (Filizola®), com precisão de 0,02 kg e calibrada previamente.

### **3.3.2. YYIRT2**

Antes de realizar os JCR, foi executado o YYIRT2 tanto para estimar o  $VO_{2max}$  como para obter os valores individuais da  $FC_{max}$ .

Os jogadores foram submetidos a um teste máximo progressivo até a exaustão. O teste tem dois níveis de aplicação, neste caso foi utilizado o nível II, para jogadores bem treinados com início à  $13 \text{ km.h}^{-1}$ . O percurso é de 20 m com marcas adicionais de 5 m atrás da linha limite de partida e pausa fixa de 10 s entre os patamares. Os atletas realizam dois percursos de 20 m sem parar e depois andam ou correm lentamente rodeando a marca dos 5 m em 10 s enquanto aguardam pelo sinal de partida para mais dois percursos de 20 m. Cada percurso de ida e volta, total de 40 m, constitui um patamar de intensidade e é cumprido com sucesso se respeitar a velocidade imposta pelo sinal sonoro. O teste termina na segunda falha do cumprimento da velocidade imposta ou por decisão voluntária. A distância total percorrida é registada:  $40 \text{ m} \times n^{\circ}$  de patamares completados, ou seja, a distância de 5 m percorrida na pausa não é contabilizada no resultado final. Com os resultados do YYIRT2, o  $VO_{2max}$  individual foi estimado através de equações (Bangsbo *et al.*, 2008).

### **3.3.3. PSE**

Os participantes foram avaliados quanto aos valores da PSE após os respectivos JCR. No final de cada jogo, após um período de 30-min de volta à calma, questionou-se cada

atleta, “quão intenso foi o respectivo jogo” de acordo com a escala adaptada de Foster (1998). Todos os dados obtidos foram mantidos em sigilo sem que outros colegas ou membros da comissão técnica soubessem dos resultados. Desse modo, foi obtido um conjunto de informações a respeito da intensidade dos JCR que permitiu encontrar o padrão médio de percepção subjetiva de esforço da equipa em ambos os protocolos.

#### **3.3.4. Níveis de $\text{La}^-$ e análises sanguíneas**

O tempo de colheita sanguínea teve lugar imediatamente antes e no 3°-min posterior ao fim dos jogos. Após assepsia local feita com álcool etílico a 70%, foi realizada uma pequena incisão na polpa do dedo com lancetas descartáveis e 25 $\mu\text{L}$  de sangue capilarizado foram coletados utilizando capilares de vidro heparinizados devidamente calibrados. As amostras recolhidas foram armazenadas em tubos do tipo Eppendorf, contendo 50  $\mu\text{L}$  de fluoreto de sódio a 1%. Durante os procedimentos de recolha foram utilizadas luvas cirúrgicas assim como lancetas descartáveis a fim de se evitar qualquer tipo de contaminação. Imediatamente depois da recolha as amostras foram armazenadas a  $-10^\circ\text{C}$  para que, dentro de poucos dias, fossem analisadas através de um analisador eletroenzimático (lactímetro) YSL 1500 (YSL Instruments), sendo os valores expressos em  $\text{mmol.l}^{-1}$ .

#### **3.3.5. FC**

A  $\text{FC}_{\text{max}}$  individual foi determinada durante o YYIRT2 através do uso de cardiofrequencímetros, sendo o maior valor de FC registado durante o teste. A  $\text{FC}_{\text{rep}}$  foi aferida no período matutino, sendo o menor valor encontrado durante 10-min de monitorização. Com esses dois valores,  $\text{FC}_{\text{max}}$  e  $\text{FC}_{\text{rep}}$ , foi calculada a  $\text{FC}_{\text{res}}$  através da fórmula de Karvonen (1957). Em ambos os protocolos a FC foi continuamente medida, tais dados foram registados simultaneamente através de um conjunto de cardiofrequencímetros da marca Polar® – modelo A3. Os transmissores e respectivos relógios de pulso foram colocados nos jogadores antes do início dos jogos. No fim, foram recolhidos de cada atleta, anotadas as informações referentes às  $\text{FC}_{\text{med}}$ , higienizados e guardados.

Os valores individuais da  $FC_{med}$  aferidos durante os jogos foram usados como referências na classificação das zonas de intensidades predominantes em cada jogo, sendo: 70-80%, 80-90% e 90-100% da  $FC_{max}$ , respectivamente.

### **3.4. Períodos de recolha**

Os dados foram recolhidos na quarta e quinta semana, posteriores ao início do período preparatório da referida equipa para o campeonato paulista sub20.

### **3.5. Procedimentos estatísticos**

Primeiramente foram realizados tratamento e análise dos dados da estatística descritiva, composta por média e desvio padrão. Em seguida foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk para testar a normalidade de distribuição da amostra. Considerando que os dados apresentaram condição de distribuição normal, foram utilizados testes paramétricos nas análises inferenciais.

Para verificar a existência ou não de diferenças nas médias das variáveis fisiológicas estudadas nos protocolos de JCR, foi utilizado o “*t test*” de *Student* para amostras emparelhadas. Desse modo, foram realizadas três comparações, sendo uma para cada variável fisiológica averiguada.

Para investigar a força de associação entre as variáveis fisiológicas estudadas nos dois protocolos de JCR foi utilizado o Coeficiente de Correlação de Pearson, uma vez que os dados apresentaram distribuição normal.

Para analisar a precisão experimental de cada variável fisiológica investigada em ambos os protocolos de JCR, manifestada através do peso do desvio padrão sobre a distribuição, foi utilizado o Coeficiente de Variação (COV), expresso em %.

Para tais procedimentos foi estabelecido um valor de significância de 5% ( $p < 0.05$ ). As análises e tratamento dos dados foram realizados através dos programas: Microsoft Office Excel 2007 e software SPSS for Windows® versão 19.0.

#### **IV. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

#### 4. Apresentação dos resultados

Para facilitar o entendimento a análise dos resultados foi dividida em partes: primeiramente foram apresentados os resultados do YYIRT2, bem como os valores encontrados de  $FC_{rep}$ ,  $FC_{max}$  e  $FC_{res}$ ; em seguida, foram efetuadas análises inferenciais para comparação das variáveis fisiológicas estudadas:  $FC_{med}$ , níveis de  $La^-$  e valores da PSE, entre os dois protocolos de JCR, intermitente e contínuo; e por fim, foi feita uma investigação da relação entre esses parâmetros fisiológicos, além de uma análise dos índices de variação interindividual para cada variável.

##### 4.1. Resultados do YYIRT2, $FC_{rep}$ , $FC_{max}$ e $FC_{res}$ .

Conforme os dados da tabela 10 é possível verificar que, com exceção dos atletas G, H e B, todos os demais tiveram resultados idênticos no número de estágios completados do YYIRT2, influenciando, desse modo, os valores da média,  $8 \pm 0.92$  estágios. No entanto, apesar da similaridade entre tais dados, a mesma tendência não acontece quando comparados os valores da FC com os resultados do YYIRT2. Se compararmos os atletas A e D, por exemplo, o primeiro apresentou  $FC_{max}$  de  $206 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$  ao passo que o segundo foi de  $176 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , uma diferença de  $30 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , porém ambos tiveram o mesmo resultado no YYIRT2, 8 estágios completados. Tal distinção pode, também, ser observada caso sejam usados os valores da  $FC_{res}$  como parâmetro.

**Tabela 10. Resultados do YYIRT2 e variáveis fisiológicas**

Atleta	$FC_{rep}$ ( $\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$ )	$FC_{max}$ ( $\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$ )	$FC_{res}$ ( $\text{b}\cdot\text{min}^{-1}$ )	Teste de Yo-Yo (n° de estágios)	Distância total (m)
A	54	206	152	8	320
B	48	192	144	7	280
C	47	193	146	8	320
D	44	176	132	8	320
E	50	181	131	8	320
F	50	186	136	8	320
G	49	184	135	10	400
H	53	179	126	7	280
Média	49.37	187.12	137.75	8	320
DP	3.20	9.65	8.76	0.92	37.03

## 4.2. Comparações interindividuais e análises inferenciais das variáveis fisiológicas: níveis de $\text{La}^-$ , $\text{FC}_{\text{med}}$ e PSE.

### 4.2.1. Níveis de $\text{La}^-$ em repouso

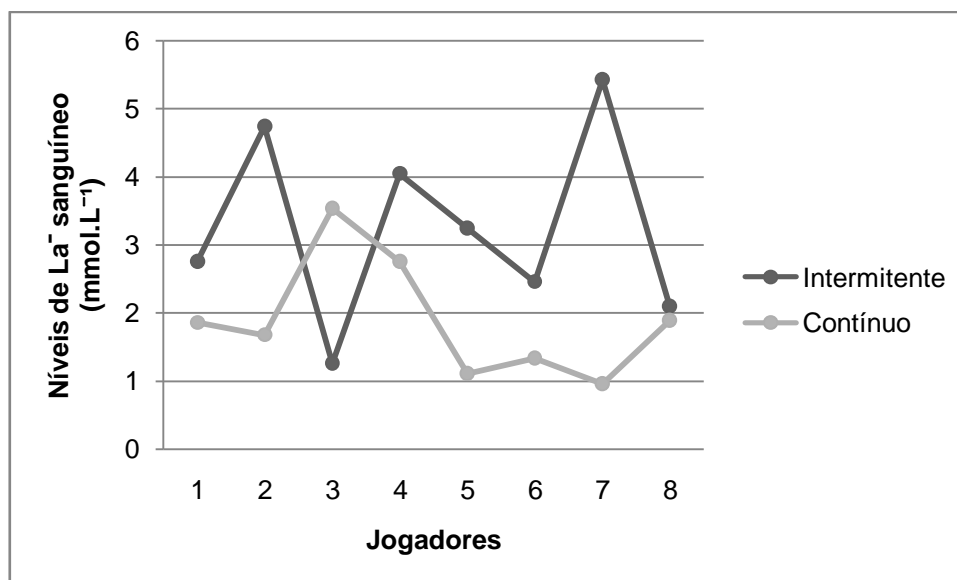
A análise da tabela 11 permite verificar que há certa semelhança, tanto dos valores médios como dos desvios padrão, entre os níveis de  $\text{La}^-$  em repouso dos dois protocolos de JCR. No entanto, as amplitudes desses valores foram distintas, variando entre 0.63 e 2.61  $\text{mmol.L}^{-1}$  no formato intermitente e entre 0.42 e 3.27  $\text{mmol.L}^{-1}$  no contínuo.

**Tabela 11. Níveis de  $\text{La}^-$  em repouso**

Atleta	$\text{La}^-$ ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ) Repouso Intermitente	$\text{La}^-$ ( $\text{mmol.L}^{-1}$ ) Repouso Contínuo
A	1.23	1.41
B	2.52	1.74
C	2.61	3.27
D	0.63	1.89
E	1.56	0.72
F	2.34	0.81
G	1.44	0.42
H	2.55	1.46
Média	1.86	1.46
DP	0.84	0.89

### 4.2.2. Variações interindividuais dos níveis de $\text{La}^-$ pós-exercício e zonas de intensidade

A observação do gráfico 3 permite constatar que as variações dos valores máximos e mínimos dos níveis de  $\text{La}^-$  pós-exercício foram bem distintas entre os protocolos de JCR. O formato contínuo variou entre 0.96 e 3.54  $\text{mmol.L}^{-1}$  ao passo que o intermitente ficou entre 1.26 e 5.43  $\text{mmol.L}^{-1}$ , sendo este último claramente o de maior amplitude.



**Gráfico 3. Níveis de La<sup>-</sup> pós-exercício**

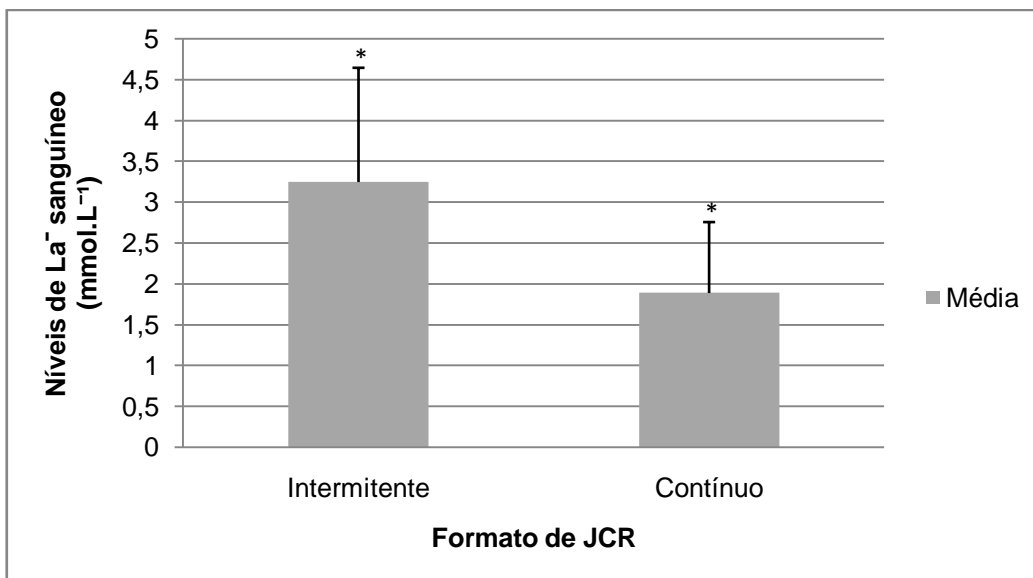
Considerando como referências os valores do LL,  $\pm 2 \text{ mmol.L}^{-1}$ , e do EEML,  $\pm 4 \text{ mmol.L}^{-1}$  (Alves, 2011), a observação da tabela 12 permite constatar a nítida distinção na distribuição relativa das zonas de intensidade entre os dois formatos de jogo.

**Tabela 12. Zonas de intensidade do La<sup>-</sup>**

Zonas de Intensidade	Jogo Intermitente	Jogo Contínuo
<2 mmol.L <sup>-1</sup>	12.5%	75%
2 mmol.L <sup>-1</sup> - 4 mmol.L <sup>-1</sup>	50%	25%
>4 mmol.L <sup>-1</sup>	37.5%	0%

#### 4.2.3. Análise inferencial dos níveis de La<sup>-</sup> pós-exercício

Através do gráfico 4 pode-se fazer uma comparação dos níveis de La<sup>-</sup> pós-exercício entre os dois formatos de JCR. O protocolo intermitente apresentou um valor médio de  $3.25 \pm 1.4 \text{ mmol.L}^{-1}$  enquanto o formato contínuo foi de  $1.89 \pm 0.87 \text{ mmol.L}^{-1}$ . Para tais valores, o teste *t* de *student* teve como resultado  $t = 1.928$  para um  $p = 0.0475$ . Portanto, pode-se afirmar que houve diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) entre os dois protocolos.

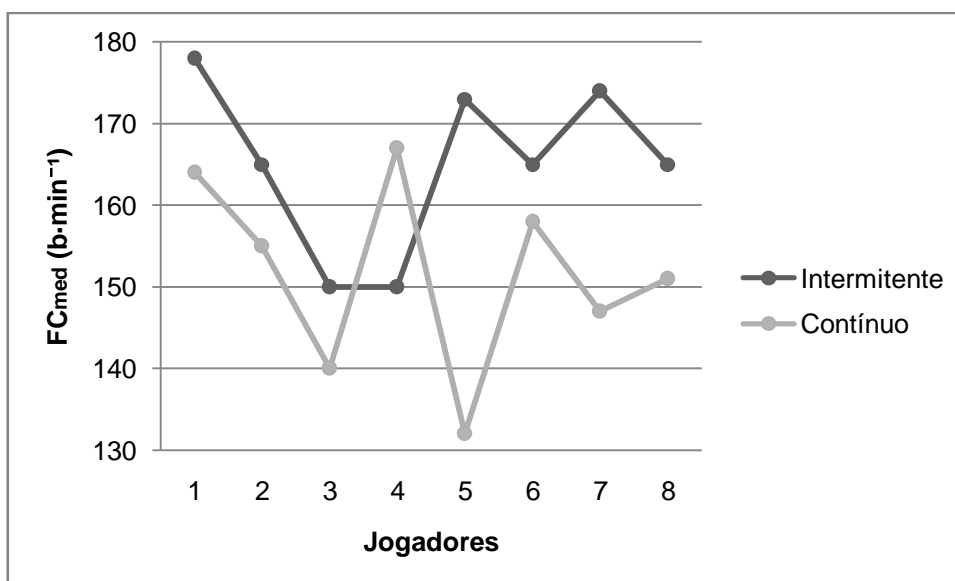


\* Diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

**Gráfico 4. Análise inferencial dos níveis de La<sup>-</sup> pós-exercício**

#### 4.2.4. Variações interindividuais da FC<sub>med</sub>

Pela análise do gráfico 5, verifica-se que as variações dos valores máximos e mínimos da FC<sub>med</sub> ficaram entre 150 e 178 b·min<sup>-1</sup> para o formato intermitente e entre 132 e 167 b·min<sup>-1</sup> para o contínuo.



**Gráfico 5. Variações interindividuais da FC<sub>med</sub>**

#### 4.2.5. Variações interindividuais da %FC<sub>max</sub> e zonas de intensidade

A observação do gráfico 6, permite constatar que as variações dos valores máximos e mínimos relativos à FC<sub>max</sub>, ficaram entre 77.7 e 95.58% da FC<sub>max</sub> para o protocolo intermitente e entre 72.53 e 94.88% da FC<sub>max</sub> para o contínuo.

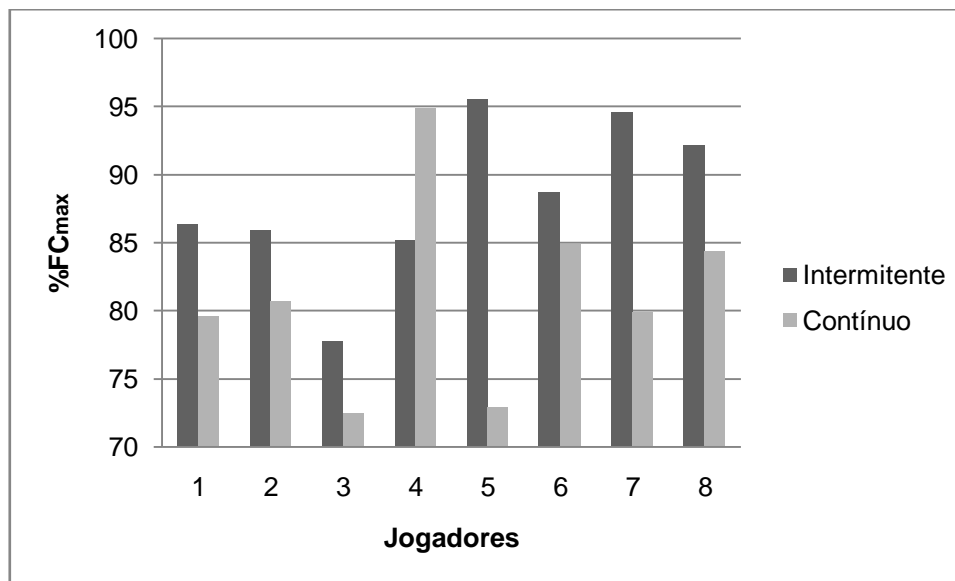


Gráfico 6. Variações interindividuais da %FC<sub>max</sub>

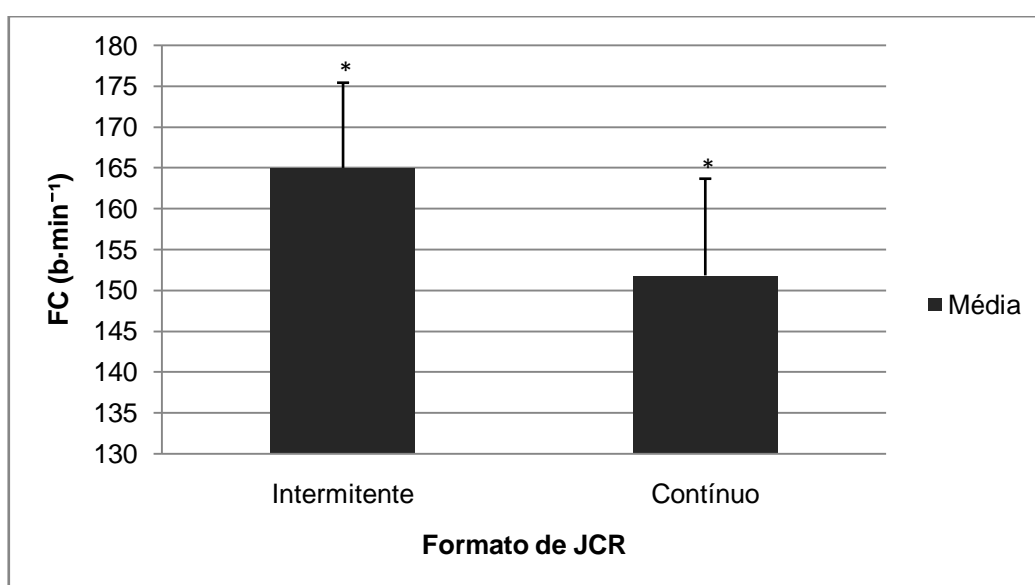
Considerando como referência as zonas de intensidade da FC (%<sub>max</sub>); 70 – 80%; 80 – 90%; 90 – 100%, como sugerido por Fox *et al.* (1971), a análise da tabela 13, permite ratificar, assim como ocorreu com as zonas de intensidade dos níveis de La<sup>-</sup> pós-exercício, a diferença na distribuição relativa das intensidades entre os dois formatos de jogo.

Tabela 13. Zonas de intensidade da FC

Zonas da FC (% <sub>max</sub> )	JCR Intermitente	JCR Contínuo
70 - 80 %	12.50%	50%
80 - 90 %	50%	37.50%
90 - 100 %	37.50%	12.50%

#### 4.2.6. Análise inferencial dos valores da FC<sub>med</sub>

Os resultados das FC<sub>med</sub> encontrados nos dois protocolos de JCR, vão ao encontro da tendência ocorrida com os níveis de La<sup>-</sup> (ver gráfico 7 abaixo). O protocolo intermitente apresentou valores médios superiores,  $165 \pm 10.44 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , em relação ao formato contínuo,  $151 \pm 11.85 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ . Além disso, o teste *t* de *student* foi de  $t= 2.254$  para um  $p= 0.0295$ , o que significa que houve diferenças significativas ( $p<0.05$ ) nos valores da FC<sub>med</sub> entre os dois protocolos de JCR.



\* Diferenças significativas ( $p<0.05$ )

**Gráfico 7. Análise inferencial dos valores da FC<sub>med</sub>**

#### 4.2.7. Variações interindividuais dos valores da PSE

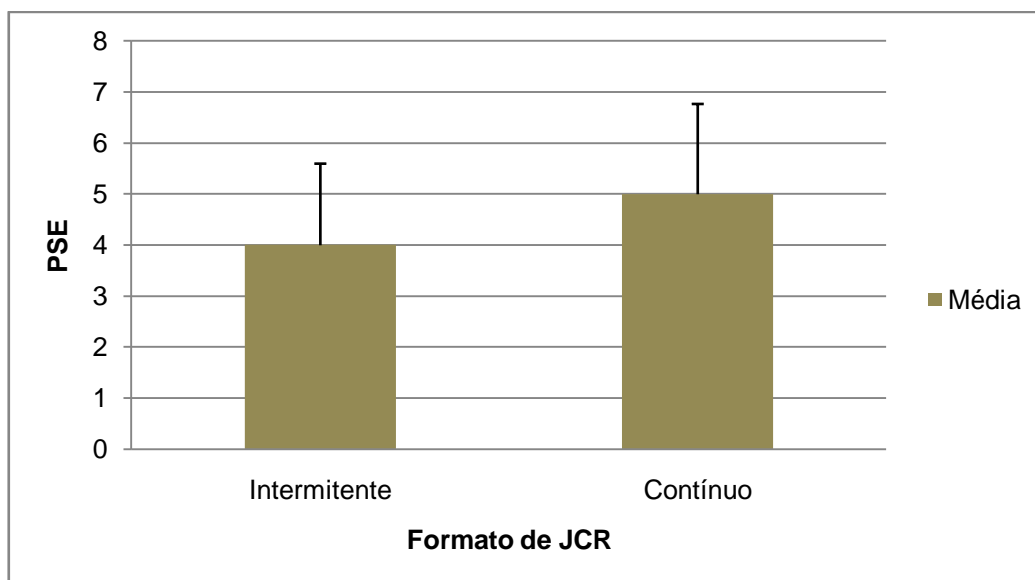
A observação da tabela 14, permite constatar que as variações dos valores máximos e mínimos entre os dois protocolos tiveram amplitudes idênticas, ficando entre 2 e 7 para o formato intermitente e entre 8 e 3 para o contínuo. Além disso, com exceção dos atletas A, F e H, todos os demais forneceram valores parelhos em ambos os protocolos.

**Tabela 14. Variações interindividuais dos valores da PSE**

<b>Atleta</b>	<b>PSE Intermitente</b>	<b>PSE Contínuo</b>
A	7	8
B	5	5
C	3	3
D	5	5
E	4	4
F	2	7
G	3	3
H	3	5
Média	4	5
DP	1.60	1.77

#### **4.2.8. Análise inferencial dos valores da PSE**

Na contramão dos resultados apresentados pelas outras variáveis, os valores da PSE não demonstraram a mesma tendência entre os protocolos de JCR. O formato contínuo teve o maior valor médio,  $5 \pm 1.77$ , quando comparado ao intermitente,  $4 \pm 1.6$ , como pode ser visto no gráfico 8. Além do mais, com tais resultados, o valor do teste *t* de *student* foi de  $t = -1.595$  para um  $p = 0.0775$ , ou seja, diferentemente das outras análises, não houve diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) entre os dois protocolos de JCR para a variável PSE.



**Gráfico 8. Análise inferencial dos valores da PSE**

#### 4.3. Investigação da relação entre as variáveis fisiológicas

Apesar das variáveis fisiológicas, níveis de  $La^-$  e  $FC_{med}$ , terem apresentado tendências similares nos resultados dos testes *t* de *student*, uma eventual associação entre tais variáveis não pôde ser observada ( $p < 0.05$ ) através da correlação de Pearson. Conforme os dados da tabela 15, a relação  $La^-$  - FC apresentou um valor de coeficiente,  $r = 0.442$ , considerado moderado (Dancey & Reidy, 2006) para um  $p = 0.087$ , não havendo, portanto, uma correlação entre essas duas variáveis. Além disso, a ausência de correlação também foi observada nas outras duas relações, FC - PSE e  $La^-$  - PSE, porém com valores ainda menores de correlação.

**Tabela 15. Resultados da correlação de Pearson**

Relação	Correlação de Pearson	Valor de p
$La^-$ - FC	0.442	0.087
FC - PSE	0.241	0.369
$La^-$ - PSE	-0.116	0.670

Através do gráfico 9 observa-se o diagrama de dispersão das variáveis, níveis de  $\text{La}^-$  e  $\text{FC}_{\text{med}}$ . Das dezesseis correlações analisadas quatro são claramente valores atípicos quando comparados aos demais, porém suficientes em contribuir para a não correlação de tais variáveis,  $r=0.442$  e  $p=0.087$ .

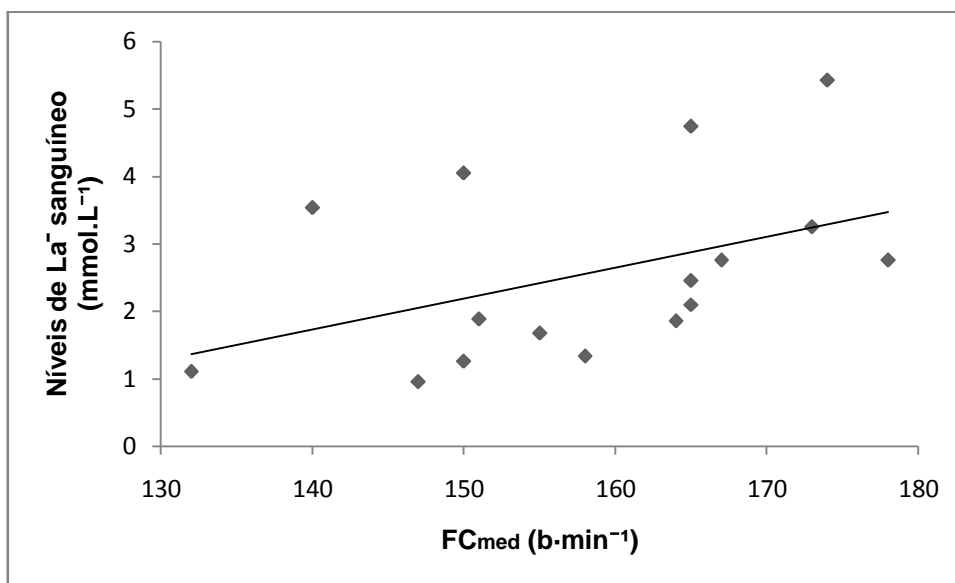


Gráfico 9. Diagrama de dispersão das variáveis níveis de  $\text{La}^-$  e  $\text{FC}_{\text{med}}$

#### 4.4. Análise do coeficiente de variação

Os índices de COV apresentados na tabela 16 mostram o quão acentuado foram as diferenças de valores entre as variáveis fisiológicas estudadas. Os níveis de  $\text{La}^-$  apresentaram, em ambos os protocolos de JCR, valores muito superiores aos da  $\text{FC}_{\text{med}}$ , 43.07 - 46.03 vs. 6.32 - 7.84, respectivamente. Os valores da PSE, por sua vez, também apresentaram índices elevados de variação interindividual, ficando, até mesmo, próximos aos dos níveis de  $\text{La}^-$ .

**Tabela 16. Valores do COV**

<b>Jogo intermitente</b>		<b>Jogo contínuo</b>	
Variável	COV - média (%)	Variável	COV - média (%)
FC <sub>med</sub>	6.32	FC <sub>med</sub>	7.84
PSE	40	PSE	35.4
Níveis La <sup>-</sup>	43.07	Níveis La <sup>-</sup>	46.03

## V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

## 5. Discussão dos resultados

Como já é de conhecimento geral, o futebol apresenta um número cada vez maior de pessoas diretamente envolvidas em seu estudo, principalmente, no âmbito do treino de alto rendimento. Devido à essa importância, o grande objetivo deste estudo foi investigar as diferenças no impacto fisiológico entre dois métodos distintos de JCR para futebol, utilizando-se da mesma configuração de jogo em ambos os protocolos.

### 5.1. Análise do YYIRT2

Nesta primeira análise vamos discutir os valores obtidos no YYIRT2 e, posteriormente, compará-los com os achados em outros estudos.

O YYIRT2 dura em torno de 5 a 15 minutos e visa avaliar a habilidade de uma pessoa treinada em realizar cargas repetidas de intensidade elevada onde há uma grande contribuição do sistema anaeróbio de energia (Bangsbo *et al.*, 2008).

Se compararmos os resultados do YYIRT2 do presente estudo, veremos que o valor médio encontrado,  $320 \pm 37.03$  m, foi muito abaixo daquilo que outros autores puderam verificar. No estudo de Krstrup *et al.* (2006), por exemplo, foram utilizados jogadores da elite,  $n= 35$ , e da segunda divisão,  $n= 15$ , do futebol escandinavo, respectivamente. Os jogadores de elite tiveram um desempenho 37% superior ( $p<0.05$ ) no YYIRT2 em comparação aos da segunda divisão,  $1059 \pm 35$  vs.  $771 \pm 26$  m.

O YYIRT2 foi realizado pela presente equipa no início do período preparatório para o campeonato paulista sub20. Além disso, foi a primeira vez que este tipo de avaliação física é desempenhada pelos atletas voluntários, o que pode explicar, entre outros fatores, desempenhos tão inferiores em relação a outros estudos.

Um grupo de jogadores da primeira divisão,  $n= 15$ , tiveram desempenhos de  $928 \pm 21$  e  $1033 \pm 45$  m, no meio e final da fase de preparação, respectivamente. Tais resultados foram  $27 \pm 4$  e  $42 \pm 8\%$  superiores ( $p<0.05$ ) se comparados aos do início do período preparatório. Em outro grupo de jogadores da primeira e segunda divisão,  $n= 20$ , o

desempenho no YYIRT2 foi de  $873 \pm 43$  m no final da temporada e  $11 \pm 5\%$  inferior antes da fase de preparação,  $780 \pm 35$  m (Krustrup *et al.*, 2006).

A idade dos jogadores também é um fator que contribui diretamente com os resultados. Segundo Bangsbo *et al.* (2008), o desempenho no YYIRT2 de jogadores entre 16 e 17 anos foi cerca de 30% inferior ao de jogadores de elite do mesmo clube, 680 vs 940 m.

Apesar da não realização de um reteste, devido às dificuldades em encontrar tempo disponível da referida equipa, tal fato, no entanto, parece não ter sido tão relevante. Segundo alguns autores (Krustrup *et al.*, 2006; Thomas *et al.*, 2006), não houve, em seus respectivos estudos, diferenças ( $p < 0.05$ ) intra-indivíduos no desempenho de dois YYIRT2 realizados com intervalo de uma semana entre um e outro.

No que concerne aos aspectos fisiológicos, segundo Bangsbo *et al.* (2008), a FC aumenta progressivamente durante o YYIRT2, refletindo um aumento do  $VO_2$ . De acordo com Krustrup *et al.* (2003, 2006), no fim do YYIRT2 os valores de FC encontrados foram de  $99 \pm 1\%$  da  $FC_{\text{pico}}$  alcançada durante um teste incremental em tapete rolante onde os participantes alcançaram o  $VO_{2\text{max}}$ . Tais valores ressaltam o uso do YYIRT2 como meio eficaz e rápido de determinar a  $FC_{\text{max}}$  de um indivíduo (Bangsbo *et al.*, 2006).

## **5.2. Análise dos JCR e comparação com outros estudos**

A maioria dos estudos realizados no âmbito dos JCR tem usado o tradicional formato intervalado, onde o tempo de jogo é intercalado com períodos de descanso, que podem ser tanto ativos como passivos (Hill-Haas *et al.*, 2011).

Considerando apenas os estudos (Little & Williams, 2007; Jones & Drust, 2007; Rampinini *et al.*, 2007b; Dellal, 2008; Hill-Haas *et al.*, 2009c; Sassi *et al.*, 2004; Aroso *et al.*, 2004) que utilizaram um padrão de configuração de equipa semelhante ao do presente projeto, GR + 4 vs. 4 + GR, quer sejam de regime intermitente quer contínuo, os resultados obtidos demonstraram haver variações de grande amplitude para as variáveis níveis de  $La^-$ ,  $9.5 - 2.6 \text{ mmol.L}^{-1}$  e  $\%FC_{\text{max}}$ ,  $90.1 - 70 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Os valores achados no presente projeto estão, dessa forma, em conformidade com o que já fora estudado, sendo %FC<sub>max</sub> de 80 e 88% e níveis de La<sup>-</sup> de 1.89 e 3.25 mmol.L<sup>-1</sup>. O valor de 1.89 mmol.L<sup>-1</sup>, no entanto, ficou um pouco abaixo do observado em outros estudos.

Há que considerar, contudo, a grande dificuldade de se realizar uma eventual comparação entre estudos, devido à influência de um elevado número de variáveis envolvidas nos JCR, tais como: o tamanho da área de jogo, o número de jogadores, as regras de jogo modificadas, a presença ou ausência de GR, o regime de treino, a relação trabalho / descanso e a motivação verbal (Aguiar *et al.*, 2012). Além desses fatores, as diferenças interindividuais também não devem ser desprezadas.

Quanto aos valores da PSE, a comparação de resultados entre estudos não deixa de ser uma tarefa menos complexa, principalmente, devido à falta de consistência quanto ao modelo de escala utilizada. Alguns autores (Coutts *et al.*, 2009; Dellal *et al.*, 2011, 2012; Rampinini *et al.*, 2007b), assim como no presente estudo, utilizaram a escala de 10 pontos proposta por Foster (1998) ao passo que outros (Abrantes *et al.*, 2012; Hill-Haas *et al.*, 2009a) fizeram o uso da escala de 6-20 pontos idealizada por Borg (1970). A amplitude dos valores da PSE encontrada entre tais estudos ficou entre 6.3 – 8.3, superiores aos encontrados no presente projeto, 4 – 5. Além do mais, é importante considerar as variáveis mencionadas no parágrafo anterior, principalmente, no que concerne às diferenças interindividuais que serão explicadas em detalhe logo adiante.

### **5.3. Análise dos JCR e comparação com jogos de futebol**

Diversos estudos têm investigado as exigências fisiológicas de JCR em comparação às de jogos competitivos (Gabbett & Mulvey, 2008; Dellal *et al.*, 2008; Allen *et al.*, 1998; Capranica *et al.*, 2001; citados por Aguiar *et al.*, 2012).

De acordo com McMillan *et al.* (2005), em jogos competitivos, jogadores de futebol de elite atuam, em média, numa intensidade próxima do L<sub>Ana</sub>, sendo 80-90% da FC<sub>max</sub> ou 70-80% do VO<sub>2max</sub>. Ambos os protocolos analisados no presente estudo atingiram tal zona de intensidade, 80 e 88% da FC<sub>max</sub>, confirmando, desse modo, a eficiência dos JCR em reproduzir os padrões fisiológicos de jogos de futebol competitivo.

Evidências sugerem que o treino aeróbio de alta intensidade é ótimo para melhoria do  $VO_{2max}$ . Segundo Billat (2001), cargas com intensidades de aproximadamente 90–95% da  $FC_{max}$  são consideradas ideais para o desenvolvimento do  $VO_{2max}$ . Além disso, alguns autores (Helgered *et al.*, 2001, 2002; ACSM, 1998; citados por Hoff & Helgerud, 2004) puderam observar em seus respectivos estudos que o treino realizado nesta zona de intensidade, com duração de 3 a 8 minutos, por um período de 8 a 10 semanas, reflete numa melhoria do  $VO_{2max}$  de 10-30%.

Estudos de Pate & Kriska (1984) sugerem que intensidades de treino no, ou ligeiramente acima do,  $L_{Ana}$  individual, 85-90% da  $FC_{max}$ , demonstraram serem ótimas na melhoria dos parâmetros do LL. Dos valores obtidos no presente estudo, apenas o protocolo intermitente apresentou resultado suficientemente ótimo para o desenvolvimento do  $L_{Ana}$  individual, 88% da  $FC_{max}$ . De notar que, estudos de ACSM (1998); Tabata *et al.* (1996), demonstraram que intensidades de treino por volta de 60-80% da  $FC_{max}$ , aumentaram de 5-10% no  $VO_{2max}$  em estudantes sedentários. Neste caso, onde a intensidade exigida é menor, o uso do formato contínuo poderia ser de boa utilidade.

#### **5.4. Análise inferencial das variáveis fisiológicas**

Pelo que se tem conhecimento, há apenas dois estudos realizados (Hill-Haas *et al.*, 2009b; Balsom *et al.*, 1999), até o presente momento, que compararam as repostas fisiológicas entre protocolos de JCR de caráter intermitente e contínuo. Desse modo, o presente estudo teve como foco central, colaborar com este processo de investigação a respeito dos JCR, principalmente no âmbito da distribuição de carga.

##### **5.4.1. $FC_{med}$**

Ainda há certa controvérsia quanto ao uso da FC como método eficaz de monitorar a carga de treino no futebol. De acordo com Achten & Jeukendrup (2003); Tumilty (1993), durante exercícios intermitentes a FC apresenta um padrão de resposta relativamente lento às mudanças abruptas nas taxas de trabalho, podendo, desse modo, não refletir precisamente em mudanças no  $VO_2$ . No entanto, vários outros autores (Bangsbo, 1994b; Hoff *et al.*, 2002; Esposito *et al.*, 2004), evidenciaram em seus respectivos estudos que a

relação FC-VO<sub>2</sub> é válida em exercícios específicos para futebol, tanto de caráter intermitente como contínuo, apoiando, dessa maneira, o uso da FC<sub>med</sub> como meio eficaz de mensurar as exigências metabólicas aeróbias inerentes do futebol.

Os resultados obtidos no presente estudo a partir da análise inferencial da variável FC<sub>med</sub>, indicam que o protocolo intermitente apresentou valor superior ( $p < 0.05$ ),  $165 \pm 10.44 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ , em relação ao contínuo,  $151 \pm 11.85 \text{ b}\cdot\text{min}^{-1}$ .

No estudo de Hill-Haas *et al.* (2009b), entretanto, jogadores de uma equipa de futebol sub18,  $n = 16$ , desempenharam, durante 9 semanas, três formatos de jogos reduzidos: 2 vs. 2, 4 vs. 4 e 6 vs. 6, em duas configurações de jogo, intermitente e contínuo. O objetivo do estudo era averiguar as respostas fisiológicas agudas e análises de tempo-movimento, associadas entre ambos os regimes de treino. O protocolo contínuo constituiu de 24-min de duração, sem intervalos de descanso, ao passo que o intermitente envolveu quatro séries de 6-min de duração, com intervalos passivos de 1.5-min. Os resultados encontrados pelos autores indicaram que tanto a variável %FC<sub>max</sub> como os valores da PSE foram superiores ( $p < 0.05$ ) no regime contínuo em relação ao intermitente.

Por outro lado, o estudo de Balsom *et al.* (1999) comparou 30-min de JCR de caráter contínuo com uma série de protocolos intermitentes, usando-se uma variedade de rácios, trabalho / descanso, e cargas de jogo variando entre 30 s a 8-min. Os resultados obtidos por esses autores suportam os achados pelo presente estudo, onde a FC<sub>med</sub> foi inferior ( $p < 0.05$ ) no regime contínuo de JCR.

Uma das explicações para a FC<sub>med</sub> do presente estudo ter apresentado valor inferior ( $p < 0.05$ ) no regime contínuo do JCR pode estar relacionada à relatividade do tempo, externada pela longa duração do protocolo contínuo, influenciando, desse modo, uma diminuição no ritmo de jogo e, conseqüentemente, na carga fisiológica por parte dos jogadores (Carling & Bloomfield, 2010). Tal hipótese também foi observada no estudo de Hill-Haas *et al.* (2009b), onde os jogadores percorreram, no JCR de caráter intermitente, distâncias superiores ( $p < 0.05$ ) em intensidades de corrida moderada,  $13\text{--}17.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , e alta,  $>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , respectivamente, além de uma maior frequência de *sprints* repetidos, em comparação ao protocolo contínuo.

Há que considerar, ainda, certos aspectos peculiares ao treino de futebol, tais como: as descargas emocionais, os esforços de alta tensão e o predomínio de atividades intermitentes. De acordo com Bangsbo (1994b), tais fatores, geralmente, induzem a valores de FC de maior intensidade do que a atual carga de trabalho.

#### 5.4.2. Níveis de $\text{La}^-$

Assim como ocorreu com a variável  $\text{FC}_{\text{med}}$ , a análise inferencial dos níveis de  $\text{La}^-$  apresentou resultado médio superior ( $p < 0.05$ ) no protocolo intermitente,  $3.25 \pm 1.4 \text{ mmol.L}^{-1}$ , em relação ao contínuo,  $1.89 \pm 0.87 \text{ mmol.L}^{-1}$ , contrariando, desse modo, os achados no estudo de Hill-Haas *et al.* (2009b), onde não foram encontradas diferenças ( $p > 0.05$ ) na média dos níveis de  $\text{La}^-$  do protocolo contínuo,  $5.5 \pm 0.3 \text{ mmol.L}^{-1}$ , em comparação ao intermitente,  $4.8 \pm 0.3 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

Por outro lado, Drust *et al.* (2000) compararam as respostas fisiológicas de jogadores de futebol universitário,  $n = 7$ , em dois protocolos específicos para futebol, desenvolvidos em laboratório, um de caráter intermitente e o outro contínuo com carga constante, ambos desempenhados em tapete rolante na mesma velocidade média e pelo mesmo período de tempo, 45-min. Os resultados obtidos apontaram para um maior valor médio ( $p < 0.05$ ) da ventilação minuto ( $\text{VE}$ ) no protocolo intermitente,  $81.3 \pm 0.2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ , em comparação ao contínuo de carga constante,  $72.4 \pm 11.4 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ .

De acordo com o autor deste estudo, há várias hipóteses que justificam o aumento da  $\text{VE}$  no protocolo intermitente: o elevado consumo de oxigênio pós-exercício de alta intensidade, a contribuição da acidose metabólica para o aprimoramento da atividade dos quimiorreceptores periféricos e, conseqüentemente, um aumento da resposta ventilatória ao exercício, entre outros fatores. Tais pressupostos, em conformidade com o presente estudo, sugerem que o regime intermitente, desempenhado com a mesma taxa de trabalho que o contínuo, deposita um maior estresse fisiológico, principalmente, no sistema anaeróbio de energia, resultando, assim, em aumentos significativos nos níveis de  $\text{La}^-$  plasmático (Ballor & Volovsek, 1992; Edwards *et al.*, 1973; citados por Drust *et al.*, 2000).

A análise das zonas de intensidade dos níveis de  $\text{La}^-$  do presente estudo, segundo a classificação proposta por Gomes-Pereira (1989), deixa evidente tal comportamento. O regime intermitente apresentou uma distribuição relativa de seus valores com grande concentração nas zonas de transição aeróbia-anaeróbia,  $2 \text{ mmol.L}^{-1} - 4 \text{ mmol.L}^{-1}$ , e baixa acidose,  $4 \text{ mmol.L}^{-1} - 6 \text{ mmol.L}^{-1}$ , respectivamente. Em contrapartida, o protocolo contínuo teve três quartos da amostra na zona denominada de trabalho aeróbio,  $<2 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

Outro fator a ser considerado é o regime de pausas. Para corridas intermitentes com períodos curtos de recuperação, o tipo de pausa tem efeito significativo tanto no desempenho como nas adaptações cardiorrespiratórias.

Apesar de vários estudos (Bonen & Belcastro, 1976; Gupta *et al.*, 1996; Taoutaou *et al.*, 1996; citados por Dupont *et al.*, 2003) terem demonstrado que pausas ativas elevam o grau de remoção dos níveis de  $\text{La}^-$  sanguíneo e, como resultado, propiciam um aumento no tempo de recuperação em comparação a métodos com pausas passivas, outros autores, entretanto, reportaram resultados diferentes. No estudo de Dupont *et al.* (2003), por exemplo, o autor comparou os efeitos de pausas ativas vs. passivas no tempo de exaustão em corridas intermitentes, 15 s, desempenhadas a velocidades supramáximas, 120% da velocidade aeróbia máxima - VAM. O estudo foi realizado com sujeitos,  $n= 12$ , fisicamente ativos do sexo masculino. Os resultados mostraram que o protocolo de corrida intermitente até a exaustão, intercalado com pausas passivas, permitiu aos sujeitos correrem por um tempo mais longo ( $p<0.001$ ). De acordo com o autor, tais resultados podem ser decorrentes de uma maior solicitação energética em corridas intermitentes com pausas ativas, resultando numa menor disponibilização de oxigênio para recarregar as reservas de mioglobina e hemoglobina, remover concentrações de  $\text{La}^-$  e ressintetizar a CP. Além disso, as pausas ativas empregadas em atividades desse gênero refletem, provavelmente, uma forma particular de atividade contínua com mudanças de ritmo, de maneira similar ao método *fartlek*, corrida contínua com variação de velocidade.

É importante ressaltar, todavia, que há fatores inerentes às padronizações específicas de cada protocolo que devem ser considerados. Segundo Christensen *et al.* (1960); Ballor & Volovsek, (1992); citados por Drust *et al.* (2000), a medida que as respostas fisiológicas a exercícios de caráter intermitente têm demonstrado serem sensitivas às diversas

relações tempo de exercício / pausa, a relevância das mesmas só deve ser ponderada dentro das combinações de variáveis estudadas em cada protocolo experimental, limitando, desta maneira, a compreensão e posterior comparação dos aspectos fisiológicos entre exercícios específicos para futebol com tais características.

#### **5.4.3. Valores da PSE**

Na contramão dos resultados obtidos pelas outras variáveis, os valores médios da PSE do presente estudo não apresentaram diferenças significativas ( $p < 0.05$ ) entre os dois regimes de JCR, sendo  $5 \pm 1.77$  para o protocolo contínuo e  $4 \pm 1.60$  para o intermitente.

No estudo de Sampaio *et al.* (2007), os autores sugerem que os maiores valores de PSE estão associados a cargas intermitentes de durações mais curtas, logo, jogos de caráter intermitente com durações mais longas seriam percebidos com menor intensidade pelos jogadores. Por outro lado, Hill-Haas *et al.* (2009b) acharam valores de PSE superiores ( $p < 0.05$ ) para um protocolo contínuo de JCR,  $12.3 \pm 0.2$ , em comparação ao intermitente,  $11.6 \pm 0.2$ .

Níveis distintos de percepção aos estímulos fisiológicos decorrentes dos estados psicológicos (Borg, 1982) e alterações temporárias no estado de humor (Little & Williams, 2007), entre outros fatores que serão discutidos logo abaixo, podem ter induzido os jogadores, durante o regime contínuo, a valores de percepção de esforço tão extenuantes quanto os do protocolo intermitente. Além disso, Hill-Haas *et al.* (2009b) sugerem que períodos adicionais de pausa entre cargas intermitentes permitem, provavelmente, uma maior recuperação por parte dos atletas.

Embora os fatores psicológicos e humorais mencionados no parágrafo anterior não tenham sido mensurados, aparentemente, esses e demais elementos sugeridos por outros autores (Robertson *et al.*, 1997), como: a acidose metabólica, as respostas ventilatórias, os gases respiratórios, as catecolaminas, as  $\beta$ -endorfinas e a temperatura corporal; também estão associados à percepção de esforço, podendo, desse modo, terem influenciado os valores da PSE obtidos no presente estudo.

## 5.5. Relação entre as variáveis fisiológicas estudadas

Apesar do consentimento em relação à variabilidade dos parâmetros fisiológicos nos JCR, diversos estudos, no entanto, demonstram haver correlação dentre algumas dessas variáveis. Segundo Chen *et al.* (2002), citados por Little & Williams (2007), a literatura indica que a PSE, por exemplo, é fortemente correlacionada com outras medidas de intensidade do exercício, tais como: a FC, os níveis de  $\text{La}^-$  e o  $\text{VO}_2$ . Coutts *et al.* (2009) identificou em seu estudo que a combinação das variáveis, níveis de  $\text{La}^-$  e  $\%FC_{\text{pico}}$ , durante JCR, é melhor relacionada com a PSE do que tanto a  $\%FC_{\text{pico}}$  como os níveis de  $\text{La}^-$  associados separadamente.

Em outros estudos, no entanto, tal correlação não pôde ser observada. Little & Williams (2007) selecionaram jogadores de futebol profissional,  $n= 28$ , e os avaliaram quanto a FC e valores da PSE em cinco exercícios de futebol comumente usados, 2 vs. 2 a 8 vs. 8. Apesar dos autores citarem que ambas as variáveis fisiológicas são marcadores válidos de intensidade, devido à um nível aceitável de variação interindividual, não houve, contudo, correlação significativa entre os resultados apresentados pela FC e valores da PSE para os vários exercícios avaliados,  $r=0.60$  e  $p=0.200$ .

De acordo com os resultados da correlação de Pearson obtidos no presente estudo, não foram achados valores significativos ( $p<0.05$ ) de correlação entre as variáveis estudadas, sendo a relação, níveis de  $\text{La}^-$  -  $FC_{\text{med}}$  a que apresentou melhor afinidade, com valor de coeficiente moderado,  $r= 0.442$ , (Dancey & Reidy, 2006), para um  $p= 0.087$ . Uma das hipóteses para explicar tal ocorrido pode ser fundamentada pelos altos índices de COV demonstrados por algumas dessas variáveis. Se compararmos os valores de COV do presente estudo, veremos que a variável  $FC_{\text{med}}$  apresentou os menores índices de dispersão relativa, 6.32 - 7.84%, ao passo que as variáveis, valores da PSE, 40 - 35.4%, e níveis de  $\text{La}^-$ , 43.07 - 46.03%, obtiveram os maiores. Em conformidade com estes resultados, no estudo de Little & Williams (2007) a FC demonstrou menor índice de variação interindividual, 1.3 - 2.2%, do que a PSE, 5.1 - 9.9%, todavia, com valores inferiores aos do presente estudo. A mesma tendência também foi observada no estudo de Rampinini *et al.* (2007b), onde a variável níveis de  $\text{La}^-$  teve os maiores índices de dispersão relativa, 24.8 - 37%, em jogos 4 vs. 4. De acordo com Pimentel-Gomes (1985), o coeficiente de variação avalia a precisão experimental, sendo composto pelo desvio padrão dividido pela média. O valor do coeficiente pode ser expresso em %, externando o

peso do desvio padrão sobre a distribuição. Em JCR o uso de tal índice de dispersão é de grande utilidade como forma de averiguar se a carga fisiológica é consistente entre os jogadores.

No presente estudo as variáveis, níveis de  $\text{La}^-$  e valores da PSE, apresentaram os maiores índices de variação. No caso da primeira, pode ter sido devido a fatores metodológicos, pois diferentemente da  $\text{FC}_{\text{med}}$ , os níveis de  $\text{La}^-$  foram mensurados somente após o fim dos JCR, podendo, dessa maneira, ter refletido, principalmente, a contribuição anaeróbia dos últimos minutos do exercício (Bangsbo *et al.*, 1991). Além disso, outra possível justificativa é que enquanto a FC aumenta linearmente com a intensidade do exercício os níveis de  $\text{La}^-$  aumentam exponencialmente (Rampinini *et al.*, 2007b).

Pela análise dos quatro *outliers* presentes no diagrama de dispersão das variáveis níveis de  $\text{La}^-$  e  $\text{FC}_{\text{med}}$ , percebe-se, claramente, que entre alguns indivíduos, pequenas mudanças na intensidade do exercício resultam em alterações distintas dos parâmetros fisiológicos, sendo a variável níveis de  $\text{La}^-$  mais sensível a tais mudanças, confirmando, desse modo, seu elevado valor de COV.

Quanto aos valores da PSE, o COV interindivíduos foi menor do que o reportado para os níveis de  $\text{La}^-$ , porém maior do que o obtido para  $\text{FC}_{\text{med}}$ . Provavelmente, isso tem relação com a natureza multifatorial da PSE, da qual é mediada não somente por fatores fisiológicos, mas também psicológicos (Borg *et al.*, 1987; Morgan, 1994; citados por Aguiar *et al.*, 2012).

## **VI. CONCLUSÕES**

## 6. Conclusões

O presente estudo teve como foco central caracterizar as respostas fisiológicas de dois regimes distintos de JCR, intermitente e contínuo. Ambos os protocolos tiveram a mesma padronização quanto à área de jogo, 25 x 36 m (90m<sup>2</sup> / jogador), configuração das equipas, GR + 4 vs. 4 + GR, e tempo total de jogo, 16-min. No entanto, o regime intermitente foi realizado em quatro séries de 4-min intercaladas com pausas ativas de 2-min, ao passo que o contínuo foi constituído por uma série única de 16-min.

A partir da análise da discussão dos resultados apresentados no presente trabalho, é possível destacar as seguintes conclusões:

- Considerando as valores obtidos pelas variáveis, níveis de La<sup>-</sup> e FC<sub>med</sub>, o JCR de regime intermitente mostrou-se mais intenso em relação ao contínuo;
- Não foram encontrados níveis de correlação significativos ( $p < 0.05$ ) entre nenhuma das variáveis fisiológicas estudadas;
- De acordo com as FC<sub>med</sub> obtidas, ambos os protocolos de JCR mostraram-se eficientes em reproduzir o impacto fisiológico médio de jogos oficiais, sendo o regime intermitente ótimo para o desenvolvimento do limiar anaeróbio individual;
- No que concerne o coeficiente de variação, os níveis de La<sup>-</sup> apresentaram os maiores índices ao passo que a FC<sub>med</sub> teve os menores.

## **VII. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E PROPOSTAS PARA FUTUROS PROJETOS**

## 7. Limitações do estudo e propostas para futuros projetos

Terminado este estudo, fica evidente que ainda há um vasto caminho a ser percorrido com relação à análise dos JCR. O presente trabalho procurou colaborar com esse processo investigativo, trazendo pontos relevantes a serem considerados em futuros projetos.

Dentre as principais limitações encontradas no presente estudo, podemos destacar:

- Impossibilidade de conduzir o estudo por um período mais prolongado, devido à dificuldade em achar tempo disponível da referida equipa. Tal fato poderia contribuir para verificar se os resultados obtidos no presente estudo se estenderiam ao longo do tempo, além da influência exercida de cada protocolo de JCR nas adaptações fisiológicas dos atletas;
- Dificuldade em recolher as amostras sanguíneas de maneira rápida e eficiente em consequência do método utilizado ser muito invasivo, além da falta de apoio para a recolha. Esse contratempo impediu que fosse realizada uma segunda colheita pós-exercício de amostra sanguínea para determinação da curva de  $La^-$ .

Além disso, a experiência adquirida durante a realização do presente trabalho permite salientar algumas sugestões para futuros estudos:

- Usar um modelo de cardiofrequencímetro que permita a monitorização das zonas de FC atuantes ao longo do jogo;
- Caracterizar as respostas fisiológicas em regimes de JCR com pausas passiva e ativa;
- Realizar a análise tempo-movimento como forma de investigar a distância percorrida, o número, a duração, o tipo e a frequência dos deslocamentos dos jogadores ao longo do jogo;
- Avaliar as alterações físicas e fisiológicas induzidas pelos dois regimes de JCR executados ao longo do tempo;
- Realizar este estudo com equipas seniores de diferentes níveis;
- Repetir esta investigação e recolher os dados por um período de tempo mais longo.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Abrantes, C. I., Nunes, M. I., Maças, V. M., Leite, N. M. & Sampaio, J. E. (2012). Effects of the number of players and game type constraints on heart rate, rating of perceived exertion, and technical actions of small-sided soccer games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 976–81. Doi: 10.1519/JSC.0b013e31822dd398.

Achten, J. & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine*, 33, 517–38.

Afonso, L. S., Dos Santos, J. F. B., Lopes, J. R., Tambelli, R., Santos, E. H. R., Back, F. A., Menna-Barreto, L. & De Lima, J. R. P. (2006). Maximal heart rate on treadmill at different times. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 12(6), 285e–289e.

Agnevik, G. (1970). *Fotboll: rapport idrottsfysiologi*. Trygg-Hansa, Stockholm.

Aguiar, M., Botelho, G., Lago, C., Maças, V. & Sampaio, J. (2012). A review on the effects of soccer small-sided games. *Journal of Human Kinetics*, 33, 103–113.

Alexiou, H. & Coutts, A. J. (2008). A Comparison of Methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3, 320-330.

Alexiou, H. (2007). *Monitoring the Training Process in Elite Women's Soccer*. Unpublished Masters by Research, University of Technology Sydney, Lindfield, Sydney.

Al-Hazzaa, H. M., Almuzini, K. S., Al-Refae, S. A., Sulaiman, M. A., Dafterdar, M. Y., Al-Ghamedi, A. & Al-Khurajji, K. N. (2001). Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *The Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41, 54–61.

Ali, A. & Farrally, M. (1991). Recording soccer players' heart rate during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9, 183–189.

Alves, F. (2011). Apontamentos das aulas de teoria e metodologia do treino desportivo. *In Licenciatura em Ciências do Desporto*. Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Alves, F. (n.d). Apontamentos das aulas de desenvolvimento das qualidades físicas. *In Mestrado de Treino de Alto Rendimento – Faculdade de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.*

Alves, R. N., Costa, L. O. P. & Samulski, D. M. (2006). *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(5), 291–296.

American College of Sports Medicine. (1998). Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 975–91.

American College of Sports Medicine (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (6<sup>a</sup> ed). Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins.

Ananias, G. E. O., Kokubun, E., Molina, R., Silva, P. R. S. & Cordeiro, J. R. (1998). Capacidade funcional, desempenho e solicitação metabólica em futebolistas profissionais durante situação real de jogo monitorados por análise cinematográfica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 4(3), 87–95.

Aroso, J. (2003). *Avaliação e controlo do treino no futebol - estudo do impacto fisiológico de exercícios sob forma jogada*. Tese de Mestrado, Universidade do Porto – FCDEF, Portugal.

Aroso, J., Rebelo, A. N. & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. *Journal of Sports Sciences*, 22, 522.

Astrand P. O. & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill.

Bailey, S. J., Wilkerson, D. P., Di Menna, F. J. & Jones, A. M. (2009). Influence of repeated sprint training on pulmonary O<sub>2</sub> uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. *Journal of Applied Physiology*, 106, 1875–1887.

Balsom, P. D. (1999). *Precision Football: Football Specific Endurance Training*. Kempele: Polar Electro.

Bangsbo, J. (1994a). Physiological demands. In Ekblom, B. (Ed.), *Football (soccer)*. (pp. 43–58). London: Blackwell.

Bangsbo, J. (1994b). The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 619, 1–155.

Bangsbo, J. (1995). *Fitness training in football: a scientific approach*. Denmark: HO+Storm.

Bangsbo, J. (1996). Physiology of training. In Reilly, T. (ed), *Science and Soccer*. (pp. 51-64). London: E & F. N. Spon.

Bangsbo, J., Iaia, F. M. & Krstrup, P. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test – a useful tool for evaluation of physical performance in intermittent sports. *Sports Medicine*, 38(1), 37–51.

Bangsbo, J., Mohr, M. & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–74.

Bangsbo, J., Norregaard, L. & Thorso, F. (1991). Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Sciences*, 16, 110–116.

Barbero-Álvarez, J. C., Coutts, A., Granda, J., Barbero-Álvarez, V. & Castagna, C. (2010). The validity and reliability of a global positioning satellite system device to assess speed and repeated sprint ability (RSA) in athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 232–235.

Basset, D. R. & Howley, E. T. (2000). Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 70–84.

Beneke, R. & Von Duvillard, S. P. (1996). Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 241–246.

- Beneke, R., Leithauser, R. M. & Hutler, M. (2001). Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 35, 192–196.
- Billat, L. V. (1996). Use of blood lactate measurements for prediction of exercise performance and for control of training: recommendations for long distance running. *Sports Medicine*, 22(3), 157–175.
- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports Medicine*, 31, 75–90.
- Bompa, T. O. (2009). *Entrenamiento de equipos desportivos*. Barcelona: Paidotribo.
- Borg G., Hassmen, P. & Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 679–85.
- Borg, G. (1970). Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 2, 92–98.
- Borg, G. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377–381.
- Borg, G. (1998): *Borg's perceived exertion and pain scales*. Champaign: Human Kinetics.
- Borresen, J. & Lambert, I. (2009). The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Medicine*, 39(9), 779–795.
- Brewer J, & Davis J. (1994). The female player. In: Ekblom B, (Ed), *Football (soccer)*. (pp. 95–9). London: Blackwell Scientific.
- Bruce, R. A., Kusumi, F. & Hosmer, D. (1973). Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *American Heart Journal*, 85, 546–62.

Bunc, V. & Heller, J. (1989). Energy cost of running in similarly trained men and women. *European Journal of Applied Physiology*, 59, 178–83.

Burgomaster, K. A., Heigenhauser, G. J. F. & Gibala, M. J. (2006). Effect of short term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time trial performance. *Journal of Applied Physiology*, 100(6), 2041–2047.

Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N. & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98, 1985–1990.

Calder, A. (2003). Recovery. In United States Olympic Committee Coaching Department (Ed), *Olympic Coach*, (pp. 8–11), Colorado Springs: United States Olympic Committee.

Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 19(6), 379–384.

Carling, C. & Bloomfield, J. (2010). The effect of an early dismissal on ensuing player work-rate in a professional soccer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 13(2), 126–128.

Carling, C. (2010). Analysis of physical activity profiles when running with the ball in a professional soccer team. *Journal of Sports Sciences*. 28(3), 319–326.

Carling, C., Bloomfield, J., Nelsen, L. & Reilly, T. (2008). The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work-rate data. *Sports Medicine*, 38, 839–862.

Castagna, C., Belardinelli, R. & Abt, G. (2004). The VO<sub>2</sub> and heart rate response to training with a ball in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 22, 532–533.

Castagna, C., Belardinelli, R., Impellizzeri, F. M., Abt, G. A., Coutts, A. J. & D'Ottavio, S. (2007). Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 89–95.

Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., D'Ottavio, S. & Manzi, V. (2008). The Yo-Yo intermittent recovery test in basketball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 202—208.

Castelo, J. (1996). *Futebol: a organização do jogo*. Lisboa: FMH Edições.

Cerretelli, P. & Di Prampero, P. E. (1987). Gas exchange in exercise. In Fishman, A. P., Farhi, L. E., Tenney, S. M. & Geiger, S. R. (Eds), *Handbook of Physiology*. (pp. 297–339). Bethesda: American Physiological Society.

Clark, B.C., Collier, S. R., Manini, T. M., Ploutz-Snyder, L. L. (2005). Sex differences in muscle fatigability and activation patterns of the human quadriceps femoris. *European Journal of Applied Physiology*, 94, 196–206.

Coutts, A. J. & Duffield, R. (2010). Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13, 133–135.

Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C. & Impellizzeri, F. M. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 79–84.

Dancey, C. P. & Reidy, J. (2006). *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre: Artmed.

Dawson, B., Fitzsimons, M., Green, S., Goodman, C., Carey, M. & Cole, K. (1998). Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. *European Journal of Applied Physiology*, 78, 163–169.

Dellal, A. (2008). *Analyse of the soccer player physical activity and of its consequences in the training: special reference to the high intensities intermittent exercises and the small sided-games*. Doctoral thesis, University of Sport Sciences, Strasbourg, France.

Dellal, A., Chamari, K., Owen, A. L., Wong, D. P., Lago-Penas, C. & Hill-Haas, S. (2011). Influence of technical instructions on the physiological and physical demands of small-sided soccer games. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 341–346.

Dellal, A., Da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, D. P., Natali, A. J., De Lima, J. R. P., Filho, M. G. B. B., Marins, J. J. C. B., Garcia, E. S. & Karim, C. (2012). Heat rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2890–2906.

Dellal, A., Wong, D. P., Moalla, W. & Chamari, K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French first division – with special reference to the playing position. *International Sport Medicine Journal*, 11, 278–290.

Denadai, B. S. (1995). Consumo máximo de oxigênio: fatores determinantes e limitantes. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, 1(1), 85–94.

Di Prampero, P. E., Atcho, G., Bruckner, J. C., *et al.* (1986). The energetics of endurance running. *European Journal of Applied Physiology*, 55, 259–66.

Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon Montero, F. J., Bachl, N. & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 222–227.

Drust, B., Reilly, T. & Cable, N. T. (2000). Physiological responses to laboratory-based soccer-specific intermittent and continuous exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(11), 885–92.

Duarte, O. (1997). *Futebol histórias e regras*. São Paulo: Makron Gold.

Dupont, G., Blondel, N. & Berthoin, S. (2003). Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery. *European Journal of Applied Physiology*, 89, 548–554.

Edge, J., Bishop, D. & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European Journal of Applied Physiology*, 96, 97–105.

Edgecomb, S. J. & Norton, K. L. (2006). Comparison of global positioning and computer based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 9, 25–32.

Ekblom, B. (1986). Applied physiology of soccer. *Sports Medicine*, 3, 50–60.

Eniseler, N. (2005). 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*, 19(4), 799–804.

Espada, M, A. C. (2013). *O estado estacionário máximo de lactato em nadadores de alto rendimento*. Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa – FMH, Portugal.

Esposito, F., Impellizzeri, F. M., Margonato, V., Vanni, R., Pizzini, G. & Veicsteinas, A. (2004). Validity of heart rate as an indicator of aerobic demand during soccer activities in amateur soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 167–172.

Essén, B. (1978). Studies on the regulation of metabolism in human skeletal muscle using intermittent exercise as an experimental model. *Acta Physiologica Scandinavica*, 454, 1–32.

Ferrari Bravo, D., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D. & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 668–674.

Fédération Internationale de Football Association. (2012). Regras do jogo. Retirado de [www.fifa.com](http://www.fifa.com).

Filaire, E., Lac, G. & Pequignot, J. M. (2003). Biological, hormonal, and psychological parameters in professional soccer players throughout a competitive season. *Perceptual & Motor Skills*, 97, 1061–72.

Fleck, S. J. (1999). Periodized strength training: a critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 82–89.

Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 1164–8.

Fox, S. M., Naughton, J. P. & Haskell, W. L. (1971). Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Annals of Clinical Research*, 3, 404–432.

Freitas, D. S., Miranda, R. & Filho, M. B. (2009). Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 11(4), 457–465.

Fry, A. C. & Kraemer, W. J. (1997). Resistance exercise overtraining and overreaching. *Sports Medicine*, 23(2), 106–29.

Fry, A. C. (1998). The role of training intensity in resistance exercise: overtraining and overreaching. In Kreider, R. B., Fry, A. C. & O'Toole, M. L. (Eds). *Overtraining in sports*, (pp. 107–30). Champaign: Human Kinetics.

Fry, R. W., Morton, A. R. & Keast, D. (1991). Overtraining in athletes. An update. *Sports Medicine*, 12, 32–65.

Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 28(5), 56–66.

Garganta, J. (2004). Atrás do palco, nas oficinas do futebol. In Garganta, J., Oliveira, J. & Murad, M. (Eds.), *Futebol de muitas cores e sabores: reflexões em torno do desporto mais popular do mundo*. (pp. 228–234). Porto: FCDEF-UP.

Gerisch, G., Rutenmoller, E. & Weber K. (1988). Sports medical measurements of performance in soccer. In: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W. (Eds), *Science and Football*. (pp. 60–7). London: E & F. N. Spon.

Gomes, A. C. (2002). *Treinamento desportivo - estruturação e periodização*. Porto Alegre: Artmed.

Gomes-Pereira, J. (1989). A transição aeróbia-anaeróbia: a sua importância na prescrição e controlo de treino. *Treino Desportivo*, 11, 44–46.

Gomes-Pereira, J. (1992): *Perfil metabólico do nadador de alto rendimento - especificidade, valor preditivo e variabilidade da curva de acumulação de lactato*. Tese de Doutoramento, Universidade Técnica de Lisboa – FMH, Portugal.

Gomes-Pereira, J. (2011). Apontamentos das aulas de metabolismo energético e função cardiorrespiratória. *In Mestrado em Treino de Alto Rendimento*. Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Graham, J. (2002). Periodization Research and an Example Application. *Strength and Conditioning Journal*, 24(6), 62–70.

Grant, A., Williams, M. & Johnson, S. (1999a). Technical demands of 7 v 7 and 11 v 11 youth football matches. *Insight: The F.A. Coaches Association*, 2, 1–2.

Grant, A., Williams, M., Dodd, R. & Johnson, S. (1999b). Physiological and technical analysis of 11 v 11 and 8 v 8 youth football matches. *Insight: The F.A. Coaches Association*, 2, 3–4.

Gray, A. J., Jenkins, D., Andrews, M. H., Taaffe, D. R. & Glover, M. L. (2010). Validity and reliability of GPS for measuring distance travelled in field based team sports. *Journal of Sports Sciences*, 28(12), 1319–1325.

Haff, G. G. (2004). Roundtable discussion: periodization of training – part 1. *Strength and Conditioning Journal*, 26(1), 50–69.

Harmer, A. R., McKenna, M. J. & Sutton, J. R. (2000). Skeletal muscle metabolic and ionic adaptations during intense exercise following sprint training in humans. *Journal of Applied Physiology*, 89, 1793–803.

Helgerud, J. (1994). Maximal oxygen uptake, anaerobic threshold and running economy in women and men with similar performances level in marathons. *European Journal of Applied Physiology*, 68, 155–61.

Hill, D. W., Cureton, K. J., Grisham, S. C. & Collins, M. A. (1987). Effect of training on the rating of perceived exertion at the ventilatory threshold. *European Journal of Applied Physiology*, 56, 206–211.

Hill-Haas, S. V., Dawson, B. T., Coutts, A. J. & Rowsell, G. J. (2009a). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1–8.

Hill-Haas, S. V., Dawson, B., Impellizzeri, F. M. & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games, training in football - a systematic review. *Sports Medicine*, 41(3), 199–220.

Hill-Haas, S. V., Rowsell, G. J., Dawson, B. T. & Coutts, A. J. (2009b). Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 111–115.

Hill-Haas, S., Coutts, A. J., Rowsell, G., *et al.* (2009c). Generic versus small-sided game training in soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 30(9), 636–42.

Hoff, J. & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players – physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165–180.

Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573–582.

Hoff, J., Wisloff, U. Engen, L.C., *et al.* (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 218–21.

Hoshikawa, Y., Kanno, A., Ikoma, T., Muramatsu, M., Iida, T., Uchiyama, A. & Nakajima, Y. (2005). Off-Season and pre-season changes in total and regional body composition in Japanese professional soccer league players. In Reilly, T., Cabri, J. & Duarte, A. (Eds), *Science and Football V*. (pp. 165–171). London: Routledge.

Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M. & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 27, 488–492.

Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Coutts, A. J., Sassi, A. & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE based training load in soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36, 1042–7.

Jones, A. M. & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373–286.

Jones, S. & Drust, B. (2007). Physiological and technical demands of 4 v 4 and 8 v 8 games in elite youth soccer players. *Kinesiology*, 39(2), 150–6.

Jurado, S. & Borin, J. P. (2006). Avaliação dos efeitos neuromusculares do treinamento de força em atletas de basquetebol. In *Anais da 4ª Mostra Acadêmica da Unimep*, Piracicaba.

Jurimae, J., Maestu, J., Purge, P., Jurimae, T. & Soot, T. (2002). Relations among heavy training stress, mood state and performance for male junior rowers. *Perceptual and motor skills*, 95, 520–526.

Karvonen, M. J., Kentala, E. & Mustala, O. (1957). The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Annales Medicinae Experimentalis et Biologiae Fenniae*, 35, 307–315.

Kellmann, M. & Kallus, K. W. (1999). Mood, recovery stress state, and regeneration. In Lehmann, M., Foster, C., Gastmann, U., Keizer, H. & Steinacker, J. M. (Eds.), *Overload, fatigue, performance incompetence, and regeneration in sport*. (pp. 101-117). New York: Plenum.

Kellmann, M. (2002). *Enhancing recovery: preventing underperformance in athletes*. Champaign: Human Kinetics.

Kellmann, M. (2002). Underrecovery and overtraining. In *Enhancing recovery, preventing* Lehmann, M., Foster, C. & Keul, J. (1993). Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 25(7), 854–62.

Kirkendall, D. T., Leonard, K. & Garret, W. E. (2005). On the relationship of fitness to running volume and intensity in female soccer players. In Reilly, T., Cabri, J. & Duarte, A. (Eds), *Science and Football V.* (pp. 410–413). London: Routledge.

Kolkhorst, F. W., Rezende, R. S., Levy, S. S. & Buono, M. J. (2004). Effects of sodium bicarbonate on VO<sub>2</sub> kinetics during heavy exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(11), 1895–9.

Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Pedersen, P. K. & Bangsbo, J. (2003). The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 697–705. Doi: 10.1249/01.MSS.0000058441.94520.32.

Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1242–1248.

Krustrup, P., Mohr, M., Nybo, L., Jensen, J. M., Nielsen, J. J. & Bangsbo, J. (2006). The Yo-Yo IR2 test: physiological response, reliability, and application to elite soccer. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 1666–1673. Doi: 10.1249/01.mss.0000227538.20799.08

Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjar, M. & Bangsbo, J. (2003). Muscle metabolites during a football match in relation to a decreased sprinting ability. *In Communication to the Fifth World Congress of Soccer and Science*, Lisbon.

Lambert, M. I. & Borresen, J. (2010). Measuring training load in sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5, 406–411.

Lehmann, M., Foster, C., Gastmann, U., Keizer, H. & Steinacker, J. (1999). Definitions, types, symptoms, findings, underlying mechanisms, and frequency of overtraining and overtraining syndrome. In Lehmann, M., Foster, C., Gastmann, U., Keizer, H. & Steinacker, J. (Eds), *Overload, Performance Incompetence, and Regeneration in Sport.* (pp. 1–6). New York: Kluwer Academic/Plenum.

- Linossier, M. T., Dormois, D., Geysant, A. & Denis, C. (1997). Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 491–498.
- Little, T. & Williams, A. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players. In Reilly, T., Cabri, J. & Duarte, A. (Eds), *Science and Football V*. (pp. 289–296). Londres: Routledge.
- Little, T. & Williams, A. G. (2006). Suitability of soccer training drills for endurance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 316–319.
- Little, T. & Williams, A. G. (2007). Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 367–371.
- MacDougall, J. D., Hicks, A. L., MacDonald, J. R., McKelvie, R. S., Green, H. J. & Smith, K. M. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, 84, 2138–2142.
- MacKinnon, L. T. (1999). *Advances in exercise immunology*. Champaign: Human Kinetics.
- MacKinnon, L. T. (2002). Chronic exercise training effects on immune function. *Medicine & Sciences in Sports & Exercise*, 32(7), S369–76.
- MacLeod, H., Morris, J., Nevil, A. & Sunderland, C. (2009). The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 121–128.
- Maréchal, R. (1996). Exigences métaboliques et cardiaques du match de football. *Sport*, 154, 36–39.
- McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R. & Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 273–277.

Meeusen, R., Duclos, M., Gleeson, M., Rietjens, G., Steinacker, J. & Urhausen, A. (2006). Prevention, diagnosis and treatment of the Overtraining Syndrome. *European Journal of Sport Science*, 6(1), 1–14.

Mohr, M., Ellingsgaard, H., Andersson, H., Bangsbo, J. & Krstrup, P. (2003a). Physical demands in high level female soccer – application of fitness tests to evaluate match performance. *In Communication to the Fifth World Congress of Soccer and Science*, Lisbon.

Mohr, M., Krstrup, P. & Bangsbo, J. (2003b). Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*, 21, 519–528.

Mohr, M., Krstrup, P., Nybo, L., Nielsen, J. J. & Bangsbo, J. (2004). Muscle temperature and sprint performance during soccer matches – beneficial effect of re-warm up at half-time. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 14, 156–162.

Mortimer, L., Condessa, L., Rodrigues, V., Coelho, D., Soares, D. & Silami-Garcia, E. (2006). Comparação entre a intensidade do esforço realizada por jovens futebolistas no primeiro e no segundo tempo do jogo de futebol. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 6(2), 154–159.

Noble, B. J. & Robertson, R. J. (1996). *Perceived Exertion*. Champaign: Human Kinetics.

Ogushi, T., Ohashi, J., Nagahama, H., Isokawa, M. & Susuki, S. (1993). Work intensity during soccer match-play. In Reilly, T., Clarys, J. & Stribbe, A. (Eds), *Science and Football*. (pp. 121–123). London: E & F. N. Spon.

Ostojic, S. M. (2003). Seasonal alterations in body composition and sprint performance of elite soccer players. *Journal of Exercise Physiology*, 6(3), 11–14.

Owen, A. L., Wong, D. P., McKenna, M. & Dellal, A. (2011). Heart rate responses and technical comparison between small- vs. large-sided games in elite professional soccer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(8), 2104–10.

Owen, A., Twist, C. & Ford, P. (2004). Small-sided games: the physiological and technical effect of altering pitch size and player numbers. *Insight: The F.A. Coaches Association*, 7, 50–53.

Parra, J., Cadefau, J. A., Rodas, G., Amigo, N., Cusso, R. (2000). The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high intensity training in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*, 169, 157–165.

Pasquarelli, B. N., Souza, V. A. F. A. & Stanganelli, L. C. R. (2010). Os jogos com campo reduzido no futebol. *Revista Brasileira de Futebol*, 3(2), 02–27.

Pate, R. R. & Kriska, A. (1984). Physiological basis of the sex difference in cardiorespiratory endurance. *Sports Medicine*, 1, 87–98.

Pimentel-Gomes, F. (1985). *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo: Nobel.

Pinto, P. D. N. S. (2011). *Monitorização da Carga de Treino através da Escala de PSE no Futsal*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Motricidade Humana – Universidade Técnica de Lisboa, Portugal.

Pires, P. (2011). *Intensidade de esforço no futebol - jogos reduzidos e limite de toques*. Tese de Mestrado, Universidade Técnica de Lisboa – FMH, Portugal.

Platt, D., Maxwell, A., Horn, R., Williams, M. & Reilly, T. (2001). Physiological and technical analysis of 3 v 3 and 5 v 5 youth football matches. *Insight: The F.A. Coaches Association*, 4, 23–25.

Polman, R. & Houlahan, K. (2004). A cumulative stress and training continuum model: a multidisciplinary approach to unexplained underperformance syndrome. *Research in Sports Medicine*, 12, 301–316.

Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo D., Sassi, R. & Impellizzeri, F. M. (2007a). Validity of simple field tests as indicators of match related physical performance in top level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 228–235.

Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A. & Marcora, S. M. (2007b). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659–66.

Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J. & Wisloff, U. (2009). Technical performance during soccer matches of the Italian serie A league: effect of fatigue and competitive level. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12, 227–233.

Rampinini, E., Sassi, A., Azzalin, A., Castagna, C., Menaspa, P., Carlomagno, D. & Impellizzeri, F. M. (2010). Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *European Journal of Applied Physiology*, 108, 401–409.

Randers, M. B., Mujika, I., Hewitt, A., Santisteban, J., Bischoff, R., Solano, R., Zubillaga, A., Peltola, E., Krstrup, P. & Mohr, M. (2010). Application of four different football match analysis systems: a comparative study. *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 171–182.

Rebelo, A. (1999). *Estudo da fadiga no futebol - respostas crónicas e agudas*. Tese de Doutoramento, Universidade do Porto – FCDEF, Portugal.

Rebelo, A. N. (2002). Estudo da fadiga no futebol. In Garganta, J., Suarez, A. A. & Peñas, L. C. (Eds.). *A investigação em futebol: estudos Ibéricos*, (pp. 121–127). Porto: FCDEF-UP.

Reilly, T. & Ball, D. (1984). The net physiological cost of dribbling a soccer ball. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 55, 267–271.

Reilly, T. & Brooks, G. A. (1982). Investigation of circadian rhythms in metabolic responses to exercise. *Ergonomics*, 25, 1093–1107.

Reilly, T. & Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match play. *Journal of Human Movement Studies*, 2, 87–97.

Reilly, T. & Thomas, V. (1979). Estimated energy expenditures of professional association footballers. *Ergonomics*, 22, 541–548.

Reilly, T. & White, C. (2005). Small-sided games as an alternative to Interval training for soccer players. In Reilly, T., Cabri, J. & Duarte, A. (Eds), *Science and Football V.* (pp. 355–358). London: Routledge.

Reilly, T. (1994a). Physiological aspects of soccer. *Biology and Sport*, 11, 3–20.

Reilly, T. (1994b). Physiological profile of the player. In Ekblom, B. (Ed), *Handbook of Sports Medicine and Science Football.* (pp. 78–94). London: Blackwell Scientific Publications.

Reilly, T. (1996). *Science and Soccer.* London: E & F. N. Spon.

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

Reilly, T. (2007). *The science of training – soccer: a scientific approach to developing strength, speed and endurance.* Abingdon: Routledge.

Reilly, T., Bangsbo, J. & Franks, A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 669–683.

Richardson, R. S. & Saltin, B. (1998). Human muscle blood flow and metabolism studied in the isolated quadriceps muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30, 28–33.

Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J. E. L. & Martin, A. (1998). Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 40, 162–169.

Robertson, R. J. & Noble, B. J. (1997). Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 25, 407–52.

Rodas, G., Ventura, J. L., Cadefau, J. A., Cusso, R. & Parra, J. (2000). A short training programme for the rapid improvement of both aerobic and anaerobic metabolism. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 480–486.

Rohde, H. C. & Espersen, T. (1988). Work intensity during soccer match play. In: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W. (Eds), *Science and Football*. (pp. 68–75). London: E & F. N. Spon.

Saltin, B. (1985). Hemodynamic adaptations to exercise. *American Journal of Cardiology*, 55, 42D–47D.

Saltin, B., Nazar, K., Costill, D. L., *et al.* (1976). The nature of the training response; peripheral and central adaptations to one legged exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 96, 289–305.

Sampaio, J., Garcia, G., Maças, V., Ibanez, J., Abrantes, C. & Caixinha, P. (2007). Heart rate and perceptual responses to 2x2 and 3x3 small-sided youth soccer games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(10), 121–122.

Samulski, D. (2002). *Psicologia do esporte: Manual para educação física, psicologia e fisioterapia*. Barueri: Manole.

Santos, J. A. R. (1999). Estudo comparativo, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferentes níveis competitivos. *Revista Paulista de Educação Física*, 13(2), 146–159.

Sassi, R., Reilly, T. & Impellizzeri, F. M. (2004). A comparison of small-sided games and interval training in elite professional soccer players [abstract]. *Journal of Sports Science*, 22, 562.

Seiler, S. & Tonnessen, E. (2009). Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity. *Sportscience*, 13, 32–53.

Sharp, N. C. C. & Koutedakis, Y. (1992). Sport and the overtraining syndrome: immunological aspects. *British Medical Bulletin*, 48(3), 518–33.

Shephard, R. J. (1984). Sleep, biorhythms and human performance. *Sports Medicine*, 1, 11–37.

Shephard, R. J. (1992). Exercise physiology and performance of sport. *Sport Science Review*, 1, 1–12.

Shephard, R. J. (1999). Biology and medicine of soccer: an update. *Journal of Sports Sciences*, 17, 757–786.

Silva, A. S. R., Santos, F. N. C., Santhiago, V. & Gobatto, C. A. (2005). Comparação entre métodos invasivos e não invasivos de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11(4), 233–237.

Smaros G. (1980). Energy usage during football match. In Vecchiet, L. (Ed), *Proceedings of the 1st International Congress on Sports Medicine Applied Football*. (pp. 795–801). Rome: Guanello, D.

Smith, L. L. (2003). Overtraining, excessive exercise, and altered immunity – Is this a T helper-1 versus T helper-2 lymphocyte response? *Sports Medicine*, 33(5), 347–364.

Smutok, M. A., Skrinar, G. S. & Pandolf, K. B. (1980). Subjective regulation by perceived exertion. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 61, 569–574.

Snyder, A. C., Woulfe, T., Welsh, R., *et al.* (1994) A simplified approach to estimating the maximal lactate steady state. *International Journal of Sports Medicine*, 15, 27–31.

Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B. & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated sprint activities: specific to field based team sports. *Sports Medicine*, 35, 1025–1044.

Spina, R. J. (1999). Cardiovascular adaptations to endurance exercise training in older men and women. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 27, 317–32.

Steed, J. C., Gaesser, G. A. & Weltman, A. (1994). Rating of perceived exertion (RPE) as markers of blood lactate concentration during rowing. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26, 797–803.

- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C. & Wisloff U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35, 501–536.
- Svensson, M. & Drust, B. (2005). Testing soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 601–618.
- Tabata, I, K., Nishimura, K., Kouzaki, M., *et al.* (1996). Effect of moderate intensity endurance and high intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO<sub>2</sub>max. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28, 1327–30.
- Tessitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R. & Capranica, L. (2005). Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players, *Ergonomics*, 48, 1365–1377.
- Thomas, A., Dawson, B. & Goodman, C. (2006). The Yo-Yo test: reliability and association with a 20-m run and VO<sub>2</sub>max. *International Journal of Sports and Physiology Performance*, 1, 137–49.
- Tumilty, D. (1993). Physiological characteristics of elite soccer players. *Sports Medicine*, 16, 80–96.
- Van Gool, D., Van Gerven, D. & Boutmans, J. (1988). The physiological load imposed on soccer players during real match-play. In Reilly, T., Lees, A., Davids, K. & Murphy, W. J. (Eds.), *Science and football* (pp. 51 – 59). London: E & F. N. Spon.
- Weineck, E. J. (2004). *Futebol total – o treinamento físico no futebol*. Guarulhos: Phorte.
- Weston, A. R., Myburgh, K. H., Lindsay, F. H., *et al.* (1997). Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high intensity training by well trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*, 75, 7–13.
- Williams, K. & Owen, A. (2007). The impact of player numbers on the physiological responses to small sided games. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(10), 100.

Wilmore, J. H., Costill, D. L. & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of Sport and Exercise* (4<sup>a</sup> ed.). Champaign: Human Kinetics.

Withers, R. T., Maricic, Z., Wasilewski, S. & Kelly, L. (1982). Match analyses of Australian professional soccer players. *Journal of Human Movement Studies*, 8, 159–176.

Witte, T. H. & Wilson, A. M. (2004). Accuracy of non-differential GPS for the determination of speed over ground. *Journal of Biomechanics*, 37, 1891–1898.

Wragg, C. B., Maxwell, N. S., Doust, J. H. (2000). Evaluation of the reliability and validity of a soccer specific field test of repeated sprint ability. *European Journal of Applied Physiology*, 83, 77–83.

Yakovlev, N. N. (1972). Die Bedeutung einer Störung der Homeostase für die Effektivität des Trainingsprozesses. *Medizin und Sport*, 12, 367–373.

Zintl, F. (1991). *Entrenamiento de la resistencia*. Barcelona: Martínez Roca.

## **IX. ANEXOS**

**Anexo 1. Escala de esforço CR-10 adaptada de Foster (1998)**

<b>Classificação</b>	<b>Descritor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

## Anexo 2. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
FACULDADE DE MOTRICIDADE  
HUMANA



### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### Título do Projeto:

Caracterização das respostas fisiológicas em jogos reduzidos para futebol.

#### TERMO DE ESCLARECIMENTO

Você tem o perfil adequado e necessário para esta pesquisa e está sendo convidado a participar do estudo, **Caracterização das respostas fisiológicas em jogos reduzidos para futebol**, como voluntário. Os avanços na área das ciências humanas, principalmente no âmbito do treino de alto rendimento, ocorrem através de estudos como este, por isso a sua participação é importante. O objetivo deste estudo é caracterizar as respostas fisiológicas; valores da frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e níveis de lactato sanguíneo em dois protocolos, contínuo e intermitente, de jogos reduzidos para futebol. Caso você participe, será necessário, primeiramente, responder algumas perguntas sobre seu histórico de saúde. A população para este estudo será de dez jogadores voluntários da equipe sub20 do C.A. Bragantino.

Dados para caracterização global da amostra também serão contabilizados: nível de escolaridade, tempo de prática no esporte, idade, altura, massa corporal, VO<sub>2</sub>máx e FCmáx durante teste, FC de repouso e FC de reserva.

Primeiramente será aplicado o teste de Yo-Yo intermitente de recuperação para determinação da FCmáx e estimação do VO<sub>2</sub>máx de cada atleta. Deve-se certificar que 48 horas anteriores à execução do teste não foi realizado qualquer tipo de exercício físico muito menos ingerido produtos com cafeína nas 8 horas precedentes ao teste além de não comerem 3 horas antes.

Os dois jogos reduzidos serão executados em dias distintos, mas no mesmo período do dia para se evitar variações no ciclo circadiano. Em ambos será realizado um aquecimento prévio de aproximadamente 10min, seguido de uma familiarização com a tarefa de 5min. Após esses procedimentos iniciais serão colocados cardiófrequencímetros em cada jogador e dar-se-á início à coleta. Os jogos terão a mesma área delimitada, 25x36m sendo 90m<sup>2</sup>/jogador, e a mesma configuração das equipes, GR+4x4+GR. No dia A – será jogado de maneira contínua com uma série única de 16min de duração; no dia B – será jogado de maneira intermitente composto por quatro séries de 4min de duração cada com intervalos de 2min entre as séries. Ao fim dos jogos, os cardiófrequencímetros serão recolhidos e higienizados.

A colheita de sangue capilar será efetuada após micro-punção na polpa do dedo. O tempo de colheita terá lugar imediatamente antes (0 min) e após o fim do jogo (3ºmin). Posteriormente, as amostras serão analisadas em um lactímetro de bancada.

Os participantes serão avaliados quanto à Percepção Subjetiva de Esforço após os respectivos jogos reduzidos. No final de cada jogo, após um período de 30min de volta à calma, será questionado cada atleta, “quão intenso foi o respectivo jogo” de acordo com a escala adaptada de Foster (1998).

A participação nesta pesquisa não traz complicações legais, todavia, você poderá ter algum desconforto quando receber uma picada para colher o sangue do seu dedo.

Você poderá obter todas as informações que quiser e terá o direito de não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem prejuízo no seu atendimento. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro, mas terá a garantia de ressarcimento de todas as despesas necessárias e acordadas para a realização da pesquisa. Sua identidade não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número e / ou letra. Ao término da pesquisa será informado dos resultados.

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE, APÓS ESCLARECIMENTO.

Título do Projeto:

Caracterização das respostas fisiológicas em jogos reduzidos para futebol.

Eu,

.....  
li e ouvi o esclarecimento acima e compreendi a finalidade do estudo assim como o procedimento que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu tratamento.

Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Eu concordo em participar do estudo.

Bragança Paulista, ...../ ...../.....

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário ou seu responsável legal / Documento de Identidade

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável / Documento de Identidade

**Endereço e telefone de contato do pesquisador:**

Rua João Marques Prado, 171, Jardim São Cristóvão – Bragança Paulista – SP

César Augusto Lemos, (11) 4033-4845 / (11) 97405-5591

Em caso de dúvida em relação a esse documento, você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Motricidade Humana, pelo telefone (+351) 214196777 ou contatar diretamente o orientador deste projeto, **Dr. José Gomes Pereira**, pelo telefone (+351) 213157377.

