



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**RELAÇÃO ENTRE FREQUÊNCIA CARDÍACA E CONSUMO DE OXIGÊNIO EM
TESTE CONTÍNUO E INTERMITENTE, E CONTRIBUIÇÃO DO METABOLISMO
ENERGÉTICO NO FUTSAL**

HENRIQUE SANTOS DA SILVA

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

Janeiro - 2017

HENRIQUE SANTOS DA SILVA

**RELAÇÃO ENTRE FREQUÊNCIA CARDÍACA E CONSUMO DE OXIGÊNIO EM
TESTE CONTÍNUO E INTERMITENTE, E CONTRIBUIÇÃO DO METABOLISMO
ENERGÉTICO NO FUTSAL**

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

ORIENTADOR: PROF. DR. JÚLIO WILSON DOS SANTOS

Janeiro - 2017

796.331 Silva, Henrique Santos da
S586r Relação entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio
em teste contínuo e intermitente, e contribuição do
metabolismo energético no futsal / Henrique Santos da Silva.
- Rio Claro, 2017
59 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Julio Wilson dos Santos

1. Futebol de salão. 2. Avaliação. 3. Dispendio energético.
4. Intensidade. 5. Jogo. I. Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Rio Claro



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RELAÇÃO ENTRE FREQUENCIA CARDÍACA E CONSUMO DE OXIGÊNIO EM TESTE CONTINUO E INTERMITENTE NO FUTSAL E CONTRIBUIÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO NO FUTSAL

AUTOR: HENRIQUE SANTOS DA SILVA

ORIENTADOR: JULIO WILSON DOS SANTOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, especialidade: BIODINÂMICA DA MOTRICIDADE HUMANA pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. JULIO WILSON DOS SANTOS
Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP

Prof. Dr. MARCELO PAPOTI
Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP / Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP

Prof. Dr. FABIO YUZO NAKAMURA
Centro de Educação Física e Esporte / Universidade Estadual de Londrina - PR

Rio Claro, 17 de dezembro de 2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que são apaixonados pela Educação Física.

AGRADECIMENTOS

A todos que de alguma forma participaram deste projeto.

Agradeço a Deus, minha família e minha namorada Jéssica, meu suporte pra tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Júlio Wilson dos Santos, pelos conhecimentos passados, tanto na área acadêmica quanto na vida.

Aos técnicos de laboratório do departamento de Educação Física da UNESP Bauru, e membros do laboratório FITES.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro ao projeto.

A comissão técnica e atletas da FIB futsal.

Todos fazem parte dessa conquista! Obrigado!

RESUMO

O objetivo principal do presente estudo foi comparar o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) medido em jogo treino (J-T) de futsal com o $\dot{V}O_2$ estimado através das equações de regressão geradas a partir da relação entre frequência cardíaca (FC) e $\dot{V}O_2$ (FC- $\dot{V}O_2$), obtidas nos testes contínuo em esteira (CONT) e intermitente com recuperação em quadra (IT-R). Com base no $\dot{V}O_2$ foi calculado o dispêndio energético (DE) no J-T, considerando somente a demanda aeróbia e a demanda total, aeróbia, anaeróbia alática e láctica, estimadas a partir do $\dot{V}O_2$, componente rápido do $\dot{V}O_2$ pós exercício e o equivalente de 1 mmol·L⁻¹ de lactato sanguíneo ([La-]) para 3 mL de O₂·kg⁻¹, respectivamente. Além disso, a intensidade do J-T foi comparada com um jogo oficial (J-O), através da FC. Dez jogadores de futsal profissionais participaram do estudo (22,20 ± 3,22 anos). Nos testes para verificação da FC- $\dot{V}O_2$, foram realizados o CONT e IT-R, e comparado com as informações do J-T. O $\dot{V}O_2$ estimado a partir da FC- $\dot{V}O_2$ foi calculado por 2 métodos, usando a média do consumo estimado ($\dot{V}O_{2-M}$), e considerando a aérea integral do consumo estimado ($\dot{V}O_{2-A}$). A estimativa do $\dot{V}O_2$ pela FC- $\dot{V}O_2$ não diferiu estatisticamente do $\dot{V}O_2$ medido durante o J-T, tanto quando estimado por CONT ou IT-R. Na análise de correlação de Pearson, a estimativa do $\dot{V}O_2$ através das equações geradas pelo CONT apresentou correlação classificada como muito fraca e sem significância estatística ($P>0,05$) com o J-T, por ambos os métodos ($\dot{V}O_{2-M}$, $r = 0,10$; $\dot{V}O_{2-A}$, $r = -0,01$). Já na estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir do IT-R, apresentou correlação moderada e sem significância estatística ($P>0,05$) ($\dot{V}O_{2-M}$, $r = 0,47$; $\dot{V}O_{2-A}$, $r = 0,42$). A análise de Bland Altman, demonstrou que a estimativa do $\dot{V}O_2$ por meio da FC- $\dot{V}O_2$ possui baixa associação com o J-T, tanto quando realizada a partir de teste CONT quando por IT-R. O metabolismo predominante durante a partida (J-T) foi o aeróbio (93%), seguido do anaeróbio alático (5%) e anaeróbio láctico (2%). Além disso, foi verificado que o J-T teve intensidade 6% menor do que um J-O. O DE em atividade de futsal (J-T) apresentou 12,92 ± 1,15 kcal·min⁻¹ (MET: 10,66 ± 1,48) quando considerado só o metabolismo aeróbio, e 13,89 ± 1,33 kcal·min⁻¹ (MET: 11,46 ± 1,66) quando considerado aeróbio mais anaeróbio. O DE energético da análise de jogos não oficiais devem ser corrigidos pela intensidade do jogo real, caso se pretenda calcular o DE do J-O de futsal, uma vez que o J-T subestimou o J-O em 6%. A estimativa do $\dot{V}O_2$ e DE com base na FC- $\dot{V}O_2$ não deve ser utilizada para estimar o $\dot{V}O_2$ individualmente. No entanto, considerando que o teste IT-R apresentou correlação moderada e resultados mais próximos ao do J-T, em comparação ao CONT (correlação muito fraca), o teste intermitente com recuperação em quadra (IT-R) pode ser uma alternativa para estimar o $\dot{V}O_2$ médio de grupos de sujeitos com características similares.

Palavras chave: Avaliação, dispêndio energético, intermitente, intensidade, jogo.

ABSTRACT

The main objective of the present study was to compare the oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) measured in futsal training game (T-G) with the estimated $\dot{V}O_2$ through the regression equations generated from the relation between heart rate (HR) and $\dot{V}O_2$ (HR- $\dot{V}O_2$) obtained in continuous treadmill (CONT) and intermittent with recovery on court (IT-R) tests. Based on $\dot{V}O_2$, the energy expenditure (EE) in the T-G was calculated, considering only the aerobic demand and the total demand, aerobic, anaerobic, alactic and lactic, estimated from $\dot{V}O_2$, fast component of $\dot{V}O_2$ post exercise and the equivalent of 1 mmol·L⁻¹ of blood lactate ([La-]) para 3 mL de O₂·kg⁻¹, respectively. In addition, the intensity of the T-G was compared with an official game (O-G) through HR. Ten professional futsal players participated in the study (22.20 ± 3.22 years). In the tests for HR- $\dot{V}O_2$ verification, the CONT and IT-R were performed, and compared to T-G information. The estimated $\dot{V}O_2$ from the HR- $\dot{V}O_2$ was calculated by 2 methods, using the estimated average consumption ($\dot{V}O_{2-M}$), and considering the integral area of the estimated consumption ($\dot{V}O_{2-A}$). The estimation of $\dot{V}O_2$ by HR- $\dot{V}O_2$ did not differ statistically from $\dot{V}O_2$ measured during T-G, either when estimated by CONT or IT-R. In the Pearson correlation analysis, the estimation of $\dot{V}O_2$ through the equations generated by CONT showed a very weak correlation and without statistical significance ($P > 0.05$) with T-G, by both methods ($\dot{V}O_{2-M}$, $r = 0.10$; $\dot{V}O_{2-A}$, $r = -0.01$). In the estimation of $\dot{V}O_2$ from the IT-R, it presented moderate correlation and no statistical significance ($P > 0.05$) ($\dot{V}O_{2-M}$, $r = 0.47$, $\dot{V}O_{2-A}$, $r = 0.42$). The analysis by Bland Altman, showed that the estimation of $\dot{V}O_2$ by HR- $\dot{V}O_2$ has a low association with T-G, both when performed from the CONT test and by IT-R. The predominant metabolism during the game (T-G) was aerobic (93%), followed by alactic anaerobic (5%) and lactic anaerobic (2%). In addition, it was verified that the T-G had intensity 6% smaller than an official game (O-G). The EE in futsal (T-G) activity showed 12.92 ± 1.15 kcal·min⁻¹ (MET: 10.66 ± 1.48) when considering only the aerobic metabolism, and 13.89 ± 1.33 kcal·min⁻¹ (MET: 11.46 ± 1.66) when considered aerobic plus anaerobic. The EE of the analysis of unofficial games must be corrected by the intensity of the real game, if you want to calculate the EE of the futsal O-G, since the T-G underestimated the O-G by 6%. The estimation of $\dot{V}O_2$ and EE based on HR- $\dot{V}O_2$ should not be used to estimate $\dot{V}O_2$ individually. However, considering that the IT-R test presented moderate correlation and results closer to that of the T-G, compared to the CONT (very weak correlation), the intermittent with recovery on court test (IT-R) may be an alternative to estimate $\dot{V}O_2$ average in groups of subjects with similar characteristics

Key words: Evaluation, energy expenditure, intermittent, intensity, game.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Atleta portando o analisador de gases em jogo-treino (J-T).	27
Figura 2: Análise de Bland Altman para consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$ mL•kg ⁻¹ •min ⁻¹) entre: a) teste contínuo (CONT) e jogo-treino (J-T) calculado por Método 1 ($\dot{V}O_{2-M}$); b) teste intermitente (IT-R) e J-T calculado por $\dot{V}O_{2-M}$; c) CONT e J-T calculado por Método 2 ($\dot{V}O_{2-A}$); d) IT-R e J-T, calculado por $\dot{V}O_{2-A}$	35
Figura 3: Comportamento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e frequência cardíaca (FC) de um sujeito durante o jogo-treino (J-T).	36
Figura 4: Relação entre frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) de um sujeito, durante os testes: a) contínuo (CONT); b) intermitente (IT-R) e c) jogo-treino (J-T).	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nível técnico e características fisiológicas de atletas de futsal descritos na literatura, apresentados em média e desvio padrão.....	17
Tabela 2: Variáveis obtidas nos testes contínuo em esteira (CONT) e intermitente com recuperação em quadra (IT-R).....	32
Tabela 3: Consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), dispêndio energético (DE) e correlação de Pearson (r) calculados:	33
Tabela 4: Análise das contribuições energéticas e dispêndio energético no J-T.....	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

[La⁻]	Lactacidemia
%VO₂	Percentual de consumo de oxigênio
[La⁻]_{pico}	Concentrações de lactato pico
A-AI	Metabolismo anaeróbio alático
ACM	Associação Cristã de Moços
ADP	Adenosina difosfato
AER	Metabolismo aeróbio
A-La	Metabolismo anaeróbio láctico
ATP	Adenosina trifosfato
bpm	Batimentos por minuto
CBFS	Confederação Brasileira de Futebol de Salão
CONT	Teste contínuo em esteira
CP	Creatina fosfato
DE	Dispêndio energético
DEXA	Dualenergy x Ray absorptiometry
EPOC	Consumo de oxigênio em excesso após exercício
FC	Frequência cardíaca
FC_{MÁX}	Frequência cardíaca máxima
FC-VO₂	Relação entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio
FIET	Futsal intermittent endurance test
FIFA	Federação Internacional de Futebol
IT-R	Teste intermitente com recuperação em quadra
J-O	Jogo oficial
J-T	Jogo-treino
kcal	Quilocalorias
kcal·min⁻¹	Quilocalorias por minuto
kj	Quilojoule
kj·min⁻¹	Quilojoule por minuto
km·h⁻¹	Quilômetros por hora
LV₂	Limiar ventilatório 2
m·min⁻¹	Metros por minuto
MET	Taxa metabólica de repouso
O₂	Oxigênio
PSE	Percepção subjetiva de esforço
u.a	Unidades arbitrárias

$\dot{V}O_2$	Consumo de oxigênio
$\dot{V}O_{2-A}$	Calculado pelo área do $\dot{V}O_2$ no J-T
$\dot{V}O_{2-M}$	Calculado pela média do $\dot{V}O_2$ no J-T
$\dot{V}O_{2MÁX}$	Consumo máximo de oxigênio
$\dot{V}O_{2repouso}$	Consumo de oxigênio em repouso
$V\dot{V}O_{2MÁX} (km.h^{-1})$	Velocidade na qual foi atingido o $\dot{V}O_{2MÁX}$
Yo-Yo IR1	Yo-Yo Intermittent Recovery Test, level 1
$\Delta[La^-]$	Delta de lactato

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 JUSTIFICATIVA.....	14
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3.1 Caracterização do Futsal.....	15
3.1 Deslocamento no futsal	15
3.1 Demanda fisiológica.....	16
3.1 Composição corporal.....	18
3.2 Metabolismo energético	19
3.2.1 Metabolismo anaeróbio	19
3.2.2 Metabolismo aeróbio	20
3.3 Avaliação aeróbia e futsal	21
3.3 Dispendio energético (DE) a partir da frequência cardíaca (FC)	22
4 OBJETIVOS.....	23
5 MÉTODOS.....	24
5.1 Amostra.....	24
5.2 Desenho experimental	24
5.3 Antropometria.....	24
5.3.1 Composição corporal.....	25
5.4 Teste contínuo (CONT)	25
5.5 Teste intermitente com recuperação (IT-R)	25
5.6 Jogo-treino (J-T).....	26
5.7 Jogo oficial (J-O).....	28
5.8 Consumo de oxigênio	28
5.9 Limiar ventilatório 2 (LV ₂).....	28
5.10 Frequência cardíaca (FC).....	28
5.11 Lactato sanguíneo [La ⁻]	29
5.12 Quantificação da demanda energética	29
5.13 Estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$	30
5.14 Dispendio energético (DE)	30
5.15 Análise Estatística.....	30
6 RESULTADOS.....	32

7 DISCUSSÃO	40
8 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS	48
APÊNDICES	53

1 INTRODUÇÃO

Durante as atividades esportivas o dispêndio energético (DE) pode ser estimado pelo consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), onde o $\dot{V}O_2$ pode ser convertido em quilocaloria (kcal), quilojoule (kJ) ou em múltiplos da taxa metabólica de repouso (MET), (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). No entanto, a medida do $\dot{V}O_2$ requer o uso de equipamentos sofisticados e de alto custo. De forma alternativa, a estimativa do DE das atividades esportivas pode ser feita de forma indireta a partir de indicadores fisiológicos mais simples, como a frequência cardíaca (FC), utilizando a relação entre FC e $\dot{V}O_2$ (FC- $\dot{V}O_2$) (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). A relação FC- $\dot{V}O_2$, apresenta linearidade no exercício contínuo. (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). A determinação do DE pelo método FC- $\dot{V}O_2$ tem sido usado em várias modalidades esportivas de características intermitentes descritas na literatura, como handebol, futebol e futsal (BUCHHEIT et al., 2009; COELHO et al., 2012; BEATO et al., 2016; ESPOSITO et al., 2004; CASTAGNA et al., 2007; RODRIGUES et al., 2011; MAKAGE et al., 2012).

Uma das limitações da estimativa do DE a partir da FC- $\dot{V}O_2$ para modalidades de características intermitentes, é que o $\dot{V}O_2$ é mensurado a partir de um teste contínuo em esteira, onde a característica de movimentação difere da característica de movimentação de modalidades intermitentes, que possuem sprints, pausas e mudanças de direção, o que pode levar a erro de estimativa (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003; BUCHHEIT et al., 2009). Outro ponto importante, e a utilização de um único valor baseado na média da FC de todo o período para estimar o $\dot{V}O_2$, uma vez que as ações intermitentes de alta intensidade com alternância de direção fazem com que ocorra dissociação entre a FC e $\dot{V}O_2$, o que pode levar a erros na estimativa da relação FC- $\dot{V}O_2$. Deste modo, utilizar todos os valores da FC obtidos no jogo para estimar os respectivos valores de $\dot{V}O_2$ e calcular a área total do $\dot{V}O_2$ parece ser uma medida mais correta.

Além disso, o DE proveniente do metabolismo anaeróbio alático e láctico não é considerado, uma vez que apenas o $\dot{V}O_2$ é medido e este método de avaliação não possibilita extrair as informações sobre a contribuição destes sistemas, que necessita da utilização do componente rápido do consumo de oxigênio em excesso após exercício (EPOC) para estimar a contribuição do sistema adenosina trifosfato - creatina fosfato (ATP-CP), e o uso de um equivalente de consumo de oxigênio para lactato sanguíneo [La^-] para estimar a participação do sistema anaeróbio láctico. Em outros estudos citados na literatura, foi determinado o DE em várias modalidades esportivas, como: taekwondo (CAMPOS et al., 2012); escalada (BERTUZZI et al., 2007); remo (MELLO et al., 2009), e tênis de mesa (ZAGATTO et al., 2016) considerando a contribuição de cada

metabolismo, anaeróbio alático, láctico e aeróbio. Deste modo, além de respeitar a característica específica do esporte, o DE total é mensurado.

O futsal ainda é uma das poucas modalidades que não tem seu DE relatado no “Compêndio de atividades físicas” (AINSWORTH, et al., 2000), o que ajudaria a entender melhor o desgaste durante uma partida, e também, conhecido o DE da modalidade, o futsal como prática esportiva acessível à população pode ser usado como ferramenta para controle das variáveis de saúde, como perda de peso.

Até o presente momento, não foram encontrados estudos científicos que estimem individualmente as contribuições de cada metabolismo energético (alático, láctico e aeróbio) no futsal. Dessa forma, evidencia-se a necessidade de investigar a contribuição das vias metabólicas no futsal, a comparação entre os testes contínuo em esteira e intermitente com recuperação em quadra, para o cálculo do DE a partir da $FC-\dot{V}O_2$, e a relação dessas variáveis com as respostas de $\dot{V}O_2$ e FC obtidas durante a prática real da modalidade em jogo-treino (J-T), e a resposta de FC de uma partida oficial.

O presente estudo tem como hipótese que o cálculo do DE a partir da $FC-\dot{V}O_2$ realizado através de um teste contínuo em esteira seja pouco preciso e tenha baixa correlação com a modalidade de futsal, e que o cálculo realizado a partir de um teste intermitente com recuperação em quadra, seja mais preciso e tenha maior correlação com a modalidade de futsal, testada através de J-T. Ainda, a investigação sobre as contribuições metabólicas, mais precisamente do metabolismo anaeróbio, nos forneça informações para o cálculo do DE total, o que contribuirá para caracterizar a demanda fisiológica da modalidade bem como a otimização dos processos de treinamento.

2 JUSTIFICATIVA

Embora a relação FC- $\dot{V}O_2$ no exercício contínuo apresente correlação muito forte, a estimativa do $\dot{V}O_2$ e DE através da FC- $\dot{V}O_2$ a partir de um teste contínuo em esteira pode não ser precisa para estimar o $\dot{V}O_2$ em atividades intermitentes, como as modalidades esportivas coletivas, caso do futsal. Além disso, ao nosso conhecimento, a estimativa do $\dot{V}O_2$ através da relação FC- $\dot{V}O_2$ em teste intermitente ainda não foi estudada ao ponto de conhecer se um teste intermitente com recuperação realizado em quadra é melhor do que o teste contínuo em esteira para se estimar o $\dot{V}O_2$ e o DE a partir da relação FC- $\dot{V}O_2$.

A quantificação do DE no jogo de futsal é uma informação importante para a caracterização da modalidade esportiva. Embora haja um compêndio sobre o DE das principais modalidades esportivas e atividades físicas (AINSWORTH, et al., 2000), ainda não há informações exatas sobre o DE do futsal, que considere o DE aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio lático. Considerando o futsal como um esporte dos mais praticados no Brasil, por crianças, jovens e adultos, o conhecimento do dispêndio calórico real do jogo de futsal traz informações que podem ser utilizadas para a promoção de saúde, no controle e perda de peso.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Caracterização do Futsal

Segundo a Confederação Brasileira de Futebol de Salão (CBFS, 2013) a origem mais aceita sobre o surgimento do futsal ocorreu na década de 30 do século passado na Associação Cristã de Moços (ACM) de Montevideu, Uruguai, pelo professor Juan Carlos Ceriani. Existe também outra hipótese que o futsal foi criado na década de 40 na ACM em São Paulo. Desde 1989 ele é organizado no mundo pela Federação Internacional de Futebol (FIFA, 2013), e é praticado em mais de 130 países em todos os continentes.

O futsal é um esporte coletivo praticado em uma quadra retangular de dimensões entre 38 e 42 metros de comprimento, 18 a 25 de largura e com área de escape de um metro e cinquenta centímetros, disputado entre duas equipes de cinco jogadores sendo um deles o goleiro. As posições dos jogadores de linha são ala, fixo e pivô, porém no futsal contemporâneo os jogadores não tem exatamente uma posição fixa e se alternam entre as posições. Os jogos oficiais duram em torno de 40 minutos sendo dois tempos de 20 minutos com intervalo de 10 minutos, entretanto, como o cronômetro para quando a bola sai da quadra de jogo, o tempo total de jogo pode ser superior aos 40 minutos de jogo. As substituições podem ocorrer a qualquer momento do jogo com a liberdade de fazer quantas substituições o treinador desejar (CBFS, 2013).

3.1 Deslocamento no futsal

O futsal exige uma alta demanda física dos jogadores, o que permite classificá-lo como um dos esportes coletivos mais intensos, superior ao futebol (CASTAGNA et al., 2009). Um dos parâmetros que tem sido usado para determinar a intensidade em uma partida de futsal é a análise da distância total percorrida e o tipo de deslocamento realizado durante o jogo.

Barbero-Alvarez et al. (2008) evidenciaram que a distância total percorrida em uma partida oficial de futsal da liga espanhola é de $4313,2 \pm 2138,6$ m, enquanto que outros autores observaram em jogo simulado a distância de $4277,0 \pm 1030,0$ m de jogadores australianos (DOGRAMACI et al., 2011) e $5087,0 \pm 1104,0$ m de jogadores tailandeses (MAKAJE et al., 2012). Ainda, Bueno et al. (2014) caracterizaram que a distância total percorrida de jogadores brasileiros em partidas oficiais é de $3133,2 (2248,5)$ m, evidenciando a menor distância percorrida em partidas de futsal brasileiro quando comparado a outras ligas mundiais.

Quando comparado a distância em metros por minuto ($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$), jogadores da primeira divisão espanhola percorrem $117,3 \pm 11,6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, enquanto jogadores da segunda divisão espanhola $121 (105\text{--}137) \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009, respectivamente) diferente dos valores para jogadores brasileiros que são $97,9 (16,2) \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ para o primeiro tempo, e $90,3 (12,0) \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ para o segundo tempo (BUENO et al., 2014). Segundo Bueno et al. (2014), as diferenças entre jogadores espanhóis e brasileiros para as distancias em $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ se devem as características da pratica da modalidade em cada país, e quando comparado ao estudo de Castagna et al. (2009), se deve a metodologia de análise que não foi realizada em partidas oficiais.

Em jogadores brasileiros, há um decréscimo na distância percorrida do primeiro para o segundo tempo ($97,9 (16,2)$, $90,3 (12,0) \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente), e também um decréscimo no percentual (%) de intensidade de movimentação, entre primeiro e segundo tempo, caracterizado como: parado e andando $28,0 (6,1)$ e $30,8 (6,7) \%$ respectivamente; corrida de média intensidade $16,4 (3,4)$ e $15,4 (3,4) \%$ respectivamente; e corrida de alta intensidade $8,0 (2,4)$ e $7,5 (2,0) \%$ respectivamente, o que não foi observado para corridas de baixa intensidade e sprints (BUENO et al., 2014). A redução de performance do primeiro para o segundo tempo pode ser atribuída as demandas fisiológicas como: depleção do estoque de glicogênio muscular, estresse térmico e desidratação, que ocorrem durante a partida (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008). Além disso, Dogramaci et al. (2011) relataram que os jogadores de futsal alteram a atividade locomotora (corrida, corrida lateral, caminhada, volta a corrida) a cada 8 - 9 segundos, salientando a característica intermitente do esporte e o dinamismo da movimentação durante uma partida.

Para um bom desempenho físico durante os jogos, os atletas de futsal devem ser capazes de se recuperarem rapidamente após exercícios de alta intensidade, e também de sustentar o padrão de trabalho para os jogos inteiros, resultando em altas demandas fisiológicas na partida (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009).

3.1 Demanda fisiológica

A alta demanda fisiológica imposta aos jogadores durante uma partida de futsal, exige a participação intensa dos sistemas anaeróbio (alático e láctico) e aeróbio (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009), tendo o metabolismo aeróbio como responsável pela maior parte da energia utilizada durante o jogo (CASTAGNA et al., 2009).

Vários estudos descrevem na literatura o perfil fisiológico de atletas de futsal, conforme tabela 1.

Tabela 1: Nível técnico e características fisiológicas de atletas de futsal descritos na literatura, apresentados em média e desvio padrão.

Estudo	N	Nível	País	$\dot{V}O_{2MÁX}$ ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	LV ₂
Arins e Silva, 2007	5	Regional	Brasil	$52,6 \pm 3,1$	-
Baroni e Leal Junior, 2010	164	1ª divisão	Brasil	$58,99 \pm 5,86$	$52,01 \pm 5,56$
Castagna e Barbero-Alvarez, 2010	18	2ª divisão	Espanha	$65,1 \pm 6,2$	$45,2 \pm 4,6$
Leal Junior et al., 2006	12	Profissional	Brasil	$55,7 \pm 3,70$ $3,89 \pm 0,43^*$	$2,97 \pm 0,44^*$
Lima et al., 2005	13	Não informado	Brasil	$62,8 \pm 10,1$	
Makaje et al., 2012	12	Profissional	Tailândia	$60,4 \pm 5,1$	-
Makaje et al., 2012	12	Universitário	Tailândia	$57,2 \pm 6,2$	-
Milanez et al., 2011	9	1ª divisão	Brasil	$59,6 \pm 2,5$	$50,9 \pm 4,4$
Nunes et al., 2012	11	1ª divisão	Brasil	$62,5 \pm 4,3$	$58,7 \pm 5,6$
Pedro et al., 2013	9	1ª divisão	Brasil	$63,7 \pm 4,1$	$43,0 \pm 4,1$
Pedro et al., 2013	11	Semiprofissional	Brasil	$62,1 \pm 4,4$	$44,0 \pm 3,8$
Rodrigues et al., 2011	14	1ª divisão	Brasil	$71,5 \pm 5,9$	-

- LV₂ = Limiar ventilatório 2 (Ponto de compensação respiratória); * $\dot{V}O_{2MÁX}$ ($L \cdot min^{-1}$)

Os valores encontrados na literatura para consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2MÁX}$) de atletas de futsal podem variar um pouco, entre os fatores responsáveis por essa variação, podemos citar o nível técnico da equipe, a fase de treinamento no momento do teste, e também a característica regional da prática do esporte que difere entre as ligas de cada país. Com exceção do estudo de Rodrigues et al. (2011) que demonstraram um $\dot{V}O_{2MÁX}$ ($71,5 \pm 5,9$) com valores acima dos descritos na literatura para jogadores brasileiros, os demais estudos apresentam valores mais

similares para jogadores de 1ª divisão do Brasil: $58,89 \pm 5,86$; $59,6 \pm 2,5$ e $62,5 \pm 4,3$ (BARONI e LEAL JUNIOR, 2010; MILANEZ et al., 2011; NUNES et al., 2012, respectivamente). Em atletas da liga espanhola, Castagna e Barbero-Alvarez (2010) apresentam um $\dot{V}O_{2MÁX}$ ($65,1 \pm 6,2$) ligeiramente maior quando comparado a jogadores brasileiros, assim como evidenciado anteriormente para deslocamento, evidenciando a importância de estudos que estimem variáveis fisiológicas de cada país especificamente.

Devido à alta intensidade do futsal, outra variável considerada sensível para avaliar desempenho descrita na literatura é o limiar ventilatório 2 (LV_2), que em atletas brasileiros de 1ª divisão, ocorre em média $88,28 \pm 5,75\%$ do $\dot{V}O_{2MÁX}$ em jogadores de linha (BARONI e LEAL JUNIOR, 2010).

Segundo Castagna et al. (2009), em um jogo simulado, o $\dot{V}O_2$ em média é de 75% do $\dot{V}O_{2MÁX}$, enquanto que a média da FC fica em 90% da frequência cardíaca máxima ($FC_{MÁX}$). Além disso, a literatura apresenta respostas de 5,3 e 5,5 mmol·L⁻¹ de $[La^-]$ durante a prática da modalidade em jogo simulado (CASTAGNA et al., 2009; MAKAJE et al., 2012, respectivamente).

Outro teste utilizado no futsal, e sensível as alterações de desempenho é o Yo-Yo Intermittent Recovery Test, level 1 – Yo-Yo IR1 (BANGSBO, 1996), onde também podemos encontrar valores diferentes comparando atletas brasileiros e espanhóis em diferentes momentos da temporada. Oliveira et al. (2012) descrevem 1244 m na fase de pré temporada e valores próximos de 1500 m no meio temporada em atletas brasileiros que disputavam a liga nacional, principal competição do país, enquanto que jogadores de elite da liga espanhola percorrem 1875 m na pré temporada e 2400 m durante a temporada (BARBERO ÁLVAREZ, e BARBERO ÁLVAREZ, 2007).

Resumidamente, o futsal caracteriza-se como um esporte intermitente de alta intensidade (BARBERO-ÁLVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009), com um misto do sistema aeróbio-anaeróbio (MEDINA et al., 2002; CASTAGNA et al., 2009).

3.1 Composição corporal

Cyrino et al. (2002) salienta que menores valores de gordura corporal podem favorecer o rendimento máximo do atleta, visto que a movimentação durante as partidas é extremamente intensa, com alta exigência energética, destacando que um jogador juvenil tem em média entre 15 a 17% de gordura corporal. Em jogadores adultos a literatura apresenta valores próximos de 10 e 12,3% da massa corporal (RODRIGUES et al., 2011; NUNES et al., 2012, respectivamente) com

base na avaliação de dobras cutâneas. Vieira et al. (2016) na caracterização de sua amostra, apresentaram um percentual de gordura de $18,37 \pm 2,64\%$ da massa corporal, valores ligeiramente acima dos descritos na literatura, porém não especificaram o método utilizado. Sobre a alteração ao longo de uma temporada no futsal, Rodrigues et al. (2011) apresentaram uma variação de quase 1% no percentual de gordura (de $10 \pm 2,4\%$ para $9,6 \pm 2,4\%$, $P < 0,01$), após um período de aproximadamente 6 meses em atletas profissionais de futsal com média de idade de $22,5 \pm 3,1$ anos.

3.2 Metabolismo energético

Apesar do futsal ser uma derivação do futebol de campo, possui características fisiológicas próprias, o que o torna uma modalidade única (BARBIERI, 2009). Os diferentes metabolismos energéticos (alático, láctico e aeróbio) dependem de substratos específicos. Os principais substratos energéticos encontrados são os carboidratos e as gorduras, contudo, em esforços prolongados ou caso extremos as proteínas também podem ser utilizadas como energia. Na degradação destes substratos são utilizados processos químicos que utilizam predominância de oxigênio (aeróbio) ou não (anaeróbios) nas reações. Como a degradação dos substratos não pode ser diretamente utilizada para a produção de movimento, primeiramente é transformada em um composto químico denominado adenosina trifosfato (ATP) que é armazenado nas células musculares, e após sua quebra, é transformado em adenosina difosfato (ADP) e utilizado como combustível para as atividades. (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003; BARBIERI, 2009).

Medina et al. (2002) coloca que a maior parte da energia fornecida aos esforços globais que ocorrem num jogo, é produzida por processos aeróbios, porém, a modalidade é caracterizada por sucessivas ações explosivas (acelerações, desacelerações, mudanças de direção, dribles, fintas, bloqueios e saltos) aonde o metabolismo anaeróbio alático é mais solicitado (ATP-CP), todavia, não possui na literatura especializada informações sobre a contribuição de cada metabolismo no futsal.

3.2.1 Metabolismo anaeróbio

O sistema anaeróbio alático (ATP-CP), é nossa primeira fonte de energia, rápida e imediata. Contudo, seu tempo de fornecimento de energia dura pouco, aproximadamente 15 segundos, pois depende do estoque de creatina fosfato (CP) disponível nas células musculares para a ressíntese do ATP (MCARDLE, KATCH & KATCH, 2003). Como exemplo durante uma partida de Futsal,

seriam as corridas em máxima velocidade realizadas durante a partida, em situações de contra-ataque ou quando há o retorno rápido para a marcação da equipe adversária (BARBIERI, 2009). Segundo Santi Maria et al. (2009), um jogador de Futsal que apresenta uma ótima capacidade anaeróbia (ATP-CP) apresentará menor queda de rendimento no decorrer da partida. A determinação da contribuição energética alática pode ser mensurada através do consumo de oxigênio, com o uso do componente rápido do consumo de oxigênio em excesso após exercício (EPOC) (MARGARIA et al., 1933; BENEKE et al., 2002; ZAGATTO, MOREL, GOBATTO, 2010).

Já o sistema anaeróbio lático, que também envolve a ressíntese de ATP no interior do músculo, necessita da degradação incompleta do carboidrato (glicogênio e glicose) através de uma cascata de 12 reações químicas chamadas de via glicolítica ou glicólise anaeróbia, gerando energia e produzindo $[La^-]$ (MCARDLE; KATCH & KATCH, 2003). Esse sistema fornece energia aproximadamente entre 15 e 120 segundos com um ápice entre 40 e 90 segundos. Um exemplo de utilização desse sistema durante uma partida, seriam as movimentações em alta intensidade realizadas quando ocorre a marcação pressão (BARBIERI, 2009). A determinação da contribuição energética lática pode ser feita por meio da dosagem de $[La^-]$, estimada pelo delta de lactato ($\Delta[La^-]$) (diferença entre o lactato obtido após atividade e em repouso) (DI PRAMPERO; FERRETI, 1999).

3.2.2 Metabolismo aeróbio

O sistema aeróbio ou oxidativo, chamado assim pela utilização predominante do oxigênio (O_2) para a conversão energética, utiliza tanto carboidratos como gordura para a produção de energia (MCARDLE; KATCH & KATCH, 2003). Esse sistema é utilizado durante toda a partida de Futsal, seja para manutenção da intensidade da movimentação ou para recuperação após atividades de alta intensidade (BARBIERI, 2009). Conforme Santi Maria et al. (2009), a importância de ótimo nível de desempenho aeróbio em jogadores de Futsal e de outros esportes coletivos está na sua contribuição no desempenho de atividade intermitente de alta intensidade e na possibilidade de assegurar maior desempenho durante o segundo tempo de jogo, evitando grande queda no que diz respeito à volume e intensidade.

Segundo Denadai (1995) o desempenho ótimo do indivíduo depende da perfeita integração entre: i) processos de produção de energia; ii) função neuromuscular (força e técnica); iii) fatores psicológicos (motivação) e ii) tática empregada. E ainda que esses fatores influenciem o desempenho máximo durante o exercício, a literatura especializada têm conseguido identificar

variáveis fisiológicas capazes de prever a performance, em atividades aonde a produção de energia ocorra predominantemente através do metabolismo aeróbio. As variáveis mais frequentemente estudadas são: $\dot{V}O_{2MÁX}$, economia de movimento e limiar anaeróbio (DENADAI, 1995).

O $\dot{V}O_{2MÁX}$ é descrito na literatura com a variável fisiológica que melhor descreve a capacidade funcional dos sistemas cardiovascular e respiratório. Este índice representa a capacidade máxima de integração do organismo em captar, transportar e utilizar o oxigênio para os processos aeróbios de produção de energia, durante a contração muscular (DENADAI, 1995; MCARDLE, et al., 2003). Em função disso, o método mais tradicional para se estimar a performance em atividades de endurance tem sido a determinação da potência aeróbia máxima, ou seja, do $\dot{V}O_{2MÁX}$ (DENADAI, 1995; MCARDLE, et al., 2003).

Denadai (1995) destaca ainda, que o modo pelo qual o $\dot{V}O_{2MÁX}$ é expresso, ou seja, valores absolutos $\dot{V}O_2 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$ ou relativos $\dot{V}O_2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ influencia seu grau de correlação com a performance. Na corrida, assim como futsal onde a necessidade de energia varia em função do peso corporal, e o $\dot{V}O_{2MÁX}$ se correlaciona mais com a performance, quando é expresso em valores relativos (DENADAI, 1995; MCARDLE, et al., 2003).

3.3 Avaliação aeróbia e futsal

O $\dot{V}O_{2MÁX}$ vem sendo considerado um dos parâmetros de grande importância como preditor de performance, pois a capacidade do ser humano para realizar exercícios de longa e média duração depende principalmente do metabolismo aeróbio sendo, assim, um índice muito empregado para classificar a capacidade funcional cardiorrespiratória, sobretudo em atletas. O LV_2 é a transição de predominância do metabolismo aeróbio para o anaeróbio e é também um índice que reflete satisfatoriamente a aptidão física, sendo empregado tanto na prática clínica como na avaliação e no treinamento de atletas.

Cada vez mais tem se procurado testes específicos para avaliação de modalidades. Bangsbo (1996) propôs o Yo-Yo intermittent endurance test e o Yo-Yo intermittent recovery test, este último, largamente utilizado para o controle da performance aeróbia dos futebolistas, e como citado anteriormente também pode ser utilizado com segurança para as avaliações com atletas de futsal (CASTAGNA et al., 2009). Ainda, Castagna e Barbero Álvarez (2010), idealizaram o Futsal Intermittent Endurance Test (FIET) considerando o modelo competitivo físico do jogo para medida da performance aeróbia-anaeróbia, mostrando similaridade entre variáveis do jogo com o controle realizado. Os resultados do teste realizado com jogadores espanhóis de futsal apresentaram alta

validade, objetividade, fidedignidade e sensibilidade para identificar a performance aeróbia-anaeróbia dos jogadores quando comparado com um teste direto realizado em laboratório. E, parece que o FIET é uma opção válida, objetiva, fidedigna e viável para o controle da resistência e potência aeróbio-anaeróbia de jogadores de Futsal (CASTAGNA; ÁLVAREZ, 2010).

3.3 Dispendio energético (DE) a partir da frequência cardíaca (FC)

Na literatura, encontramos várias maneiras para estimar o DE, entre elas estão o preenchimento de questionários que estimam o nível de atividade física, a utilização de pedômetros, calorimetria direta e indireta e o método da água duplamente marcada (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Em detrimento a estes testes a FC se apresenta como uma alternativa simples e de baixo custo para o cálculo do DE, principalmente durante a prática de modalidades esportivas, através da relação linear durante o exercício físico entre FC e $\dot{V}O_2$ (FC- $\dot{V}O_2$) (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003). Em modalidades esportivas intermitentes, como o futsal, a relação FC- $\dot{V}O_2$ é estabelecida através de um teste incremental realizado em esteira rolante, e uma equação de regressão linear é desenvolvida para cada jogador. Essa equação é utilizada para determinar o $\dot{V}O_2$ e o DE correspondente a partir dos valores de FC medidos durante os jogos. Os valores de $\dot{V}O_2$ então são convertidos em quilocalorias por minuto ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$) e quilocalorias por jogo ($\text{kcal}\cdot\text{jogo}^{-1}$). (ESPOSITO et al., 2004; MAKAJE et al., 2012).

Alguns estudos na literatura tem demonstrado através da FC- $\dot{V}O_2$ que o DE em jogo simulado de futsal fica próximo de 595 kcal (MAKAJE et al., 2012) e 313 kcal em partida oficial (RODRIGUES et al., 2011), esses valores podem variar de acordo com o tempo que o atleta fica em quadra participando do jogo. Uma das observações a ser feita a cerca deste método, é que o tipo de atividade realizada pode influenciar a relação entre FC- $\dot{V}O_2$, e pode afetar a estimativa de $\dot{V}O_2$, e como consequência o DE. (LI, DEURENBERG, HAUTVAST, 1993). Nas modalidades esportivas de características intermitente, a relação FC- $\dot{V}O_2$ podem não ser tão precisa, a FC responde de forma relativamente lenta a mudanças na taxa de trabalho, e em contra partida, um aumento abrupto na taxa de trabalho não resultará imediatamente em aumento da FC (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003 BUCHHEIT et al., 2009), por isso a necessidade de investigar a estimativa do DE a partir da FC- $\dot{V}O_2$ gerada a em teste intermitente com recuperação em quadra.

4 OBJETIVOS

Comparar o $\dot{V}O_2$ medido em J-T com o $\dot{V}O_2$ estimado através das equações de regressão entre FC- $\dot{V}O_2$ obtidas nos testes contínuo em esteira e intermitente com recuperação em quadra.

Quantificar a contribuição do metabolismo anaeróbio alático, láctico e aeróbio e determinar o DE no J-T de futsal.

Verificar a diferença da intensidade do J-T e jogo oficial (J-O), através da FC.

5 MÉTODOS

5.1 Amostra

Dez jogadores de futsal profissionais de uma equipe que disputava a Copa Paulista de futsal 2016 participaram do estudo ($22,2 \pm 3,2$ anos; 178 ± 6 cm; $70,2 \pm 9,7$ kg; $51,9 \pm 8,4$ massa livre de gordura; $11,8 \pm 4,5\%$ de gordura). Todos os jogadores tinham experiência mínima de 5 anos na modalidade, e realizavam treinamento em dois períodos diários, 3-4 h/dia, 5-6 dias/semana. Os participantes foram informados dos procedimentos e assinaram a autorização via termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências–Campus Bauru (CAAE: 41515915.5.0000.5398).

5.2 Desenho experimental

Inicialmente foi realizada uma avaliação antropométrica, onde foram avaliados a massa corporal, estatura dos jogadores e análise da composição corporal.

Para determinar a FC- $\dot{V}O_2$ foram realizados um teste contínuo na esteira até a exaustão (KUIPERS et al., 2003), e em outro momento um teste intermitente com recuperação em quadra (IT-R) vai e vem em 20 metros, também até a exaustão. Ainda, os jogadores participaram de um J-T para comparar o $\dot{V}O_2$ medido em situação de jogo com a estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$ em teste CONT e IT-R. O J-T também foi usado para análise da contribuição do metabolismo energético em situação de jogo.

Todos os testes foram realizados em dias diferentes, com os jogadores portando um analisador de gases para medida do $\dot{V}O_2$, e um monitor de frequência cardíaca. Foram realizadas coletas de amostras de sangue para análise da concentração de $[La^-]$.

O período de toda coleta de dados durou aproximadamente 1 mês. Cada atleta finalizou suas avaliações em no máximo 2 semanas. Os testes seguiram ordem aleatória, e os jogadores ficaram impedidos de realizar qualquer esforço prévio 24 horas antes dos testes, todos os testes foram realizados no mesmo período (8h às 12h).

5.3 Antropometria

Foram avaliados a massa corporal através de balança portátil com precisão de 100g, e a estatura avaliada em metros (m) através de estadiômetro fixado a parede.

5.3.1 Composição corporal

Para a análise da composição corporal e da distribuição das massas magra e tecido adiposo, foi empregada a técnica da absorptiometria de raios-X de dupla energia (Dualenergy x Ray absorptiometry – DEXA Discovery - Hologic® - EUA). O método estimou a composição corporal, apresentando os resultados em: massa livre de gordura, e percentual de gordura (FREITAS JUNIOR et al., 2012).

5.4 Teste contínuo (CONT)

Para determinar a FC- $\dot{V}O_2$ o teste CONT foi realizado em uma esteira rolante, com inclinação de 1% (JONES; DOUST, 1996). O teste inicia com velocidade de 8,0 km.h⁻¹ e aumenta 1 km.h⁻¹ a cada minuto, até a exaustão (KUIPERS et al., 2003). A temperatura ambiente ficou entre 28 e 30°.

Durante o teste, o avaliado estava portando um analisador de gases para mensuração das trocas gasosas (descrito no item 5.8). Além de determinar a FC- $\dot{V}O_2$, o teste CONT também gerou dados sobre: $\dot{V}O_{2M\acute{A}X}$; LV_2 ; $[La^-]$; $FC_{M\acute{A}X}$ e percepção subjetiva de esforço (PSE).

5.5 Teste intermitente com recuperação (IT-R)

O teste intermitente com recuperação em quadra (IT-R) para determinar a relação FC- $\dot{V}O_2$ consistiu em percorrer a distância de 20 m duas vezes em ida e volta (40 m) com intervalo de recuperação de 10 s entre as corridas, similar ao teste Yo-Yo (R1) (BANGSBO, 1996), no entanto, a duração de cada estágio foi de 1 minuto, a velocidade inicial de 8,0 km.h⁻¹ e o aumento de 1,0 km.h⁻¹ a cada estágio, para que o teste se diferenciasse o mínimo possível do protocolo de esteira. A distância estabelecida para o teste também foi embasada de acordo com os dados apresentados na literatura específica que apresentam as distâncias percorridas durante uma partida de futsal (BARBERO ALVAREZ et al., 2008; VIEIRA et al., 2016). A velocidade de corrida durante o teste foi regulada por sinal sonoro, através de um protocolo criado no programa Beat Test (CEFISE, Campinas, Brasil) e os jogadores deveriam alcançar as marcas do percurso (20 m) no momento em que o sinal sonoro fosse emitido. Quando os jogadores não conseguissem completar duas marcas seguidas, no mesmo estágio, o teste era interrompido e considerado o estágio anterior. A temperatura ambiente nos dias de testes variou entre 28 e 32°. Durante o teste, o avaliado estava portando um analisador de gases para mensuração das trocas gasosas (descrito no item 5.8), e

assim como no teste CONT o teste IT-R também gerou dados sobre: $\dot{V}O_{2MÁX}$; LV_2 ; $[La^-]$; $FC_{MÁX}$ e percepção subjetiva de esforço (PSE).

5.6 Jogo-treino (J-T)

O J-T foi realizado em uma quadra de 40 x 20 metros sem interrupções dos avaliadores, arbitrado pelo treinador da equipe em forma de J-T, com todos os elementos de uma partida real.

A dinâmica do J-T foi realizada com oito atletas agrupados de maneira randômica em duas equipes com quatro atletas cada, sendo que cada equipe contou com um goleiro com nível técnico compatível. Os J-T foram compostos por um período de 10 minutos. Essa composição visa simular a dinâmica de substituições atualmente adotada por diversas equipes que alternam o quarteto de linha a cada 5 - 7 minutos de jogo, portanto serão assumidos 10 min por tempo por tratar-se do tempo total de permanência dos atletas em quadra (tempo cronometrado = 7 min de jogo + interrupções) (MAKAJE et al., 2012).

Antes do J-T foi retirada uma amostra de sangue do atleta para análise de $[La^-]$ em repouso, e logo em seguida avaliado o $\dot{V}O_2$ em repouso com analisador de gases K4 b2 (Cosmed, Itália) durante 10 minutos, em posição sentada, para posterior análise da quantificação da demanda energética (descrito no item 5.12). Após as avaliações em repouso, os sujeitos realizavam aquecimento com atividades com bola com o restante do grupo por aproximadamente 8 minutos.

No J-T, foi avaliado um atleta por vez durante cada período, e o avaliado em questão estava portando o analisador de gases K4 b2 (Cosmed, Itália) para mensuração das trocas gasosas (descrito no item 5.12), em situação de jogo, a figura 1 representa a avaliação durante o J-T. Posterior ao teste, foram coletadas informações sobre concentração de $[La^-]$ (descrito no item 5.9), e $\dot{V}O_2$ durante 10 minutos pós exercício (descrito no item 5.12).

Ao todo foram realizados 10 jogos-treinos em 10 dias diferentes, o tempo de coleta foi de aproximadamente 40 minutos (repouso, aquecimento, J-T, pós exercício) para cada sujeito, a temperatura ambiente variou de 28 a 32° Celsius.



Figura 1: Atleta portando o analisador de gases em jogo-treino (J-T).

5.7 Jogo oficial (J-O)

A FC em J-O foi monitorada (descrito no item 5.10) em um jogo válido pela Copa Paulista de futsal 2016, realizado na mesma quadra onde foram coletadas as amostras do J-T.

5.8 Consumo de oxigênio

O $\dot{V}O_2$ foi determinado com um analisador de gases K4 b2 (Cosmed, Itália), previamente calibrado antes de cada coleta, de acordo com as instruções do fabricante. O $\dot{V}O_2$ foi medido durante o J-T, e o $\dot{V}O_{2MÁX}$ foi determinado nos testes CONT e IT-R. Os critérios para determinação do $\dot{V}O_{2MÁX}$ inclui a verificação de pelo menos dois dos seguintes critérios: platô no consumo de O_2 (variação $< 2,1 \text{ mL kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ entre a última e penúltima fase de exercício); FC máxima ($FC_{MÁX}$) $\geq 90\%$ da $FC_{MÁX}$ prevista (220-idade); razão de troca respiratória (RER) $\geq 1,10$ e pico de lactato $\geq 8,0 \text{ mmol L}^{-1}$ (HOWLEY et al., 1995). Caso não fossem observados pelo menos dois critérios, um novo teste seria aplicado. Quando o estágio não era concluído, o cálculo usando a equação proposta por Kuipers et al. (1985) foi utilizado para determinação do $\dot{V}O_{2MÁX}$.

Para análise das variáveis respiratórias, os dados foram suavizados a cada 5 pontos e interpolados a cada 1 segundo para eliminar os dados periféricos (OZYENER et al., 2001)

5.9 Limiar ventilatório 2 (LV_2)

O LV_2 foi determinado visualmente nos testes CONT e IT-R, pelo o aumento do equivalente ventilatório para oxigênio ($VE/\dot{V}O_2$) sem aumento concomitante de equivalentes ventilatórios para dióxido de carbono ($VE/\dot{V}CO_2$) (LUCIA et al., 2003; PEDRO et al., 2013).

5.10 Frequência cardíaca (FC)

Nos testes CONT, IT-R e no J-T, a FC foi monitorada pelo monitor cardíaco acoplado ao K4 b2 (Cosmed, Itália).

Para o registro da FC em J-O foi utilizado o POLAR Pro Team System (Polar Kempele, Finlândia). Para análise da FC, os jogadores foram monitorados durante 10 minutos do J-O, e foi considerado só o tempo que estavam em quadra atuando.

5.11 Lactato sanguíneo [La⁻]

As amostras sanguíneas (25 µL do lóbulo da orelha) foram coletadas por tubos capilares heparinizados calibrados previamente e transferidos para tubos tipo *Eppendorf* contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1%, em repouso, 1, 3, 5 e 7 minutos após os testes (CONT, IT-R e J-T), e analisado em lactímetro YSI 2300 SPORTS (Yellow Spring Instruments, Ohio, EUA) para estimar o delta de lactato ($\Delta[\text{La}^-]$) (diferença entre o pico de lactato obtido após atividade e em repouso) (DI PRAMPERO; FERRETI, 1999).

5.12 Quantificação da demanda energética

A demanda energética dos metabolismos aeróbio (AER), anaeróbio láctico (A-La) e anaeróbio alático (A-Al) foram estimadas:

AER - pela diferença entre a área do $\dot{V}\text{O}_2$ durante o jogo simulado (calculada pelo método de integração trapezoidal) pela área do $\dot{V}\text{O}_2$ em repouso (calculado pelo produto entre o $\dot{V}\text{O}_2$ em repouso e a duração total do jogo) (BENEKE, et al., 2002; BERTUZZI et al., 2007; CAMPOS et al., 2012). Anaeróbio láctico (A-La) - Pelo delta de lactato ($\Delta[\text{La}^-]$) (diferença entre o lactato obtido após o J-T e em repouso) considerando o equivalente energético de 3 mL de $\text{O}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$ para cada 1 mmol $\cdot \text{L}^{-1}$ de $[\text{La}^-]$ (DI PRAMPERO; FERRETI, 1999). Anaeróbio alático (A-Al) - por meio do componente rápido do EPOC mensurado após J-T, calculado pelo produto entre a amplitude e o tau (equação 1) obtidos por meio do ajuste biexponencial do $\dot{V}\text{O}_2$ (equação 2) (BENEKE et al., 2002; BERTUZZI et al., 2010). Equação 1. EPOC rápido = $A \cdot \tau_a$, onde A é a amplitude e τ_a é a constante de tempo tau. Equação 2. $\dot{V}\text{O}_{2(t)} = \dot{V}\text{O}_{2\text{repouso}} + A_1 [e^{-(t-\delta)/t_1}] + A_2 [e^{-(t-\delta)/t_2}]$ (OriginPro 8.0, OriginLab Corporation, Microcal, Massachusetts, Estados Unidos) onde $\dot{V}\text{O}_{2(t)}$ é a captação de oxigênio no instante t , $\dot{V}\text{O}_{2\text{repouso}}$ é o consumo de oxigênio em repouso, A é a amplitude, δ é o retardo de tempo, t é a constante de tempo, e 1 e 2 denotam os componentes rápido e lento, respectivamente.

A soma das contribuições dos três metabolismos energéticos (AER + A-La + A-Al) correspondeu ao dispêndio energético total.

5.13 Estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$

Para a estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir FC- $\dot{V}O_2$ foram geradas equações para cada sujeito a partir de cada teste, CONT e IT-R. Após obter as equações, a FC obtida no J-T foi inserida na equação de regressão linear ($y = ax + b$), onde Y = $\dot{V}O_2$ estimado pela FC e X = valor da FC.

Para o comparativo entre o $\dot{V}O_2$ estimado pelos testes CONT e IT-R com o $\dot{V}O_2$ medido em J-T foram usados 2 métodos:

No método 1 ($\dot{V}O_{2-M}$), o $\dot{V}O_2$ médio do J-T foi calculado e comparado com o $\dot{V}O_2$ estimado a partir das equações geradas pelos testes CONT e IT-R, considerando a FC média do J-T.

No método 2 ($\dot{V}O_{2-A}$) foi calculada a área integral do $\dot{V}O_2$ durante o J-T. A partir das equações geradas pelos testes CONT e IT-R o $\dot{V}O_2$ foi estimado para cada valor de FC obtido no jogo e calculado a área integral do consumo estimado, para, posteriormente, serem comparadas as áreas do $\dot{V}O_2$ real com ambas estimadas pelos testes CONT e IT-R.

Ainda, determinamos a equação a partir do J-T também, para observar o comportamento da FC- $\dot{V}O_2$ durante o desempenho no futsal.

5.14 Dispendio energético (DE)

Considerando o equivalente calórico de O_2 (1 L O_2 = 5 kcal ou 20,95 kJ, e 1 MET = 3,5 mL·kg⁻¹·min⁻¹ de O_2) (MCARDLE, et al., 2003), o DE foi estimado a partir da $\dot{V}O_2$, e posteriormente, verificado se o DE estimado a partir dos testes CONT e IT-R equivale ao DE da atividade em J-T. Os valores foram expressos em quilocalorias por minuto (kcal·min⁻¹), quilojoule por minuto (kJ·min⁻¹).

Ainda, utilizando o cálculo da quantificação da demanda energética, o $\dot{V}O_2$ foi calculado a partir da área integral do J-T, e desconsiderado o $\dot{V}O_2$ de repouso, sendo posteriormente também convertido em DE, os valores foram expressos em quilocalorias por minuto (kcal·min⁻¹), quilocalorias por jogo (kcal·jogo⁻¹), quilojoule por minuto (kJ·min⁻¹), quilojoule por jogo (kJ·jogo⁻¹) e em MET. Desta forma, podemos observar somente o DE da modalidade, sem agregar ao cálculo o DE em repouso, necessário para manter as atividades vitais.

5.15 Análise Estatística

Para análise estatística foi testada a normalidade dos dados, e utilizados testes t de Student para amostras dependentes, análise de variância ANOVA - two way para identificar diferenças

entre as amostras, e quando foram encontradas diferenças foram utilizados testes post hoc de Bonferroni.

Para verificação de possíveis associações entre as diversas variáveis investigadas foram utilizadas correlações de Pearson. As correlações foram classificadas de acordo com os valores de r , como: muito fraco (0,0 - 0,2), fraco (0,2 - 0,4), moderado (0,4 - 0,7), forte (0,7 - 0,9) e muito forte (0,9 - 1,0) (ROWNTREE, 1991). O nível de significância foi apresentado em 5%. A análise de Bland Altman também foi utilizada para identificar diferenças entre o $\dot{V}O_2$ medido em J-T e as estimativas a partir da relação FC- $\dot{V}O_2$. Os cálculos foram realizados com auxílio dos programas: Instat 5.0. e MedCalc 9.2.

6 RESULTADOS

Os parâmetros analisados nos testes CONT e IT-R estão apresentados na tabela 2. Houve diferença significativa na $FC_{MÁX}$ e nos valores de r e r^2 .

Tabela 2: Variáveis obtidas nos testes contínuo em esteira (CONT) e intermitente com recuperação em quadra (IT-R).

Variáveis	CONT	IT-R
$\dot{V}O_{2MÁX}$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	48.74 ± 6.35	49.64 ± 9.39
$\dot{V}O_{2MÁX}$ (L·min ⁻¹)	3.40 ± 0.49	3.42 ± 0.37
$V\dot{V}O_{2MÁX}$ (km.h ⁻¹)	16.10 ± 0.99	16.40 ± 0,84
LV ₂ (km.h ⁻¹)	13.70 ± 1.06	14.20 ± 0.63
LV ₂ (% do $\dot{V}O_{2MÁX}$)	85.07 ± 3.21	86.67 ± 3.40
[La ⁻] _{pico} (mmol·L ⁻¹)	9.45 ± 1.91	9.42 ± 2
$FC_{MÁX}$ (bpm)	182 ± 7	188 ± 7***
PSE _{final} (u.a)	10.00 ± 0.00	10.00 ± 0.00
r - FC- $\dot{V}O_2$	0.95 ± 0.03	0.77 ± 0.09***
r^2 - FC- $\dot{V}O_2$	0.91 ± 0.05	0.61 ± 0.13***

$\dot{V}O_{2MÁX}$: consumo máximo de oxigênio; $V\dot{V}O_{2MÁX}$: velocidade na qual foi atingido o $\dot{V}O_{2MÁX}$; LV₂ (km.h⁻¹): Velocidade em que foi atingido o limiar ventilatório 2; LV₂ (% do $\dot{V}O_{2MÁX}$): Percentual do $\dot{V}O_{2MÁX}$ que foi atingido o limiar ventilatório 2; [La⁻]_{pico} = lactato sanguíneo obtido entre 1, 3, 5 e 7min após o final de cada teste; $FC_{MÁX}$: frequência cardíaca máxima; PSE_{final}: percepção subjetiva de esforço após último estágio dos testes; u.a = unidades arbitrárias; r - FC- $\dot{V}O_2$ = coeficiente de correlação da equação; r^2 - FC- $\dot{V}O_2$ = coeficiente de explicação da equação. *** $P < 0,001$.

Os valores de $\dot{V}O_2$ medido em J-T e estimado a partir da FC- $\dot{V}O_2$ dos testes CONT e IT-R, bem como DE calculado a partir do $\dot{V}O_2$ através de 2 métodos ($\dot{V}O_{2-M}$ e $\dot{V}O_{2-A}$) são apresentados na tabela 3. A estimativa do $\dot{V}O_2$ pela FC- $\dot{V}O_2$ não diferiu estatisticamente do $\dot{V}O_2$ medido durante o J-T de futsal, tanto quando estimado pela equação no teste CONT ou através do teste IT-R. Os valores de correlação de Pearson entre o J-T e os testes CONT e IT-R, e a diferença entre os valores percentuais do $\dot{V}O_2$ medido e estimado também estão apresentados na tabela 3. Apesar de não apresentar diferença estatística para o $\dot{V}O_2$ medido e o estimado a partir das equações geradas pelos testes CONT e IT-R, podemos notar que ao considerarmos os valores em percentual do $\dot{V}O_2$ no J-T os cálculos realizados a partir do $\dot{V}O_{2-A}$ ficam mais próximos do $\dot{V}O_2$ medido em J-T,

superestimando menos o resultado, quando comparado aos valores percentuais calculados pelo $\dot{V}O_{2-M}$ (Tabela 3).

Tabela 3: Consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), dispêndio energético (DE) e correlação de Pearson (r) calculados:

Método 1: $\dot{V}O_{2-M}$				
a)	Variáveis	J-T	CONT	IT-R
	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	39,43 ± 4,96	44,01 ± 7,41	42,63 ± 8,97
	$\dot{V}O_2$ (L·min ⁻¹)	2,74 ± 0,25	3,08 ± 0,60	2,94 ± 0,47
	DE (kJ·min ⁻¹)	57,30 ± 5,19	64,50 ± 12,48	61,64 ± 9,86
	DE (kcal·min ⁻¹)	13,68 ± 1,24	15,39 ± 2,98	14,71 ± 2,35
	Diferença do $\dot{V}O_2$ em relação ao J-T (%)	100	112	108
	r em relação ao J-T	-	0,10	0,47
Método 2: $\dot{V}O_{2-A}$				
b)				
	$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	40,28 ± 5,17	43,12 ± 8,17	41,93 ± 9,29
	$\dot{V}O_2$ (L·min ⁻¹)	2,79 ± 0,23	3,02 ± 0,65	2,89 ± 0,51
	DE (kJ·min ⁻¹)	58,49 ± 4,87	63,22 ± 13,60	60,65 ± 10,61
	DE (kcal·min ⁻¹)	13,96 ± 1,16	15,09 ± 3,25	14,47 ± 2,53
	Diferença do $\dot{V}O_2$ em relação ao J-T (%)	100	107	104
	r em relação ao J-T	-	-0,01	0,42

a) Método 1: $\dot{V}O_{2-M}$ - cálculo através da média do $\dot{V}O_2$ no jogo-treino (J-T), e estimado a partir dos testes CONT e IT-R pela média da frequência cardíaca (FC) do J-T;

b) Método 2: $\dot{V}O_{2-A}$ - cálculo através do cálculo da área integral do $\dot{V}O_2$ no J-T, e estimado a partir dos testes CONT e IT-R para cada valor de FC pela área integral do J-T.

Na análise de correlação de Pearson (tabela 3), a estimativa do $\dot{V}O_2$ através das equações geradas pelo CONT apresentou correlação classificada como muito fraca e sem significância estatística ($P > 0,05$) com o J-T, por ambos os métodos ($\dot{V}O_{2-M}$: $r = 0,10$; $\dot{V}O_{2-A}$: $r = -0,01$). Já na estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir do IT-R, apesar de demonstrar melhor correlação quando comparado ao

CONT, também não se correlaciona muito bem com atividade do J-T, apresentando correlação moderada e sem significância estatística ($P>0.05$) (VO_{2-M} , $r = 0,47$; VO_{2-A} , $r = 0,42$).

Estes resultados são reforçados com os dados para VO_2 ($\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) através da análise de Bland Altman (Figura 2), onde é possível observar que a estimativa do VO_2 por meio da FC- VO_2 possui baixa associação com o J-T, tanto quando realizada a partir de teste CONT quando por IT-R. Não houve diferença estatística entre o dados calculados através dos VO_{2-M} e VO_{2-A} .

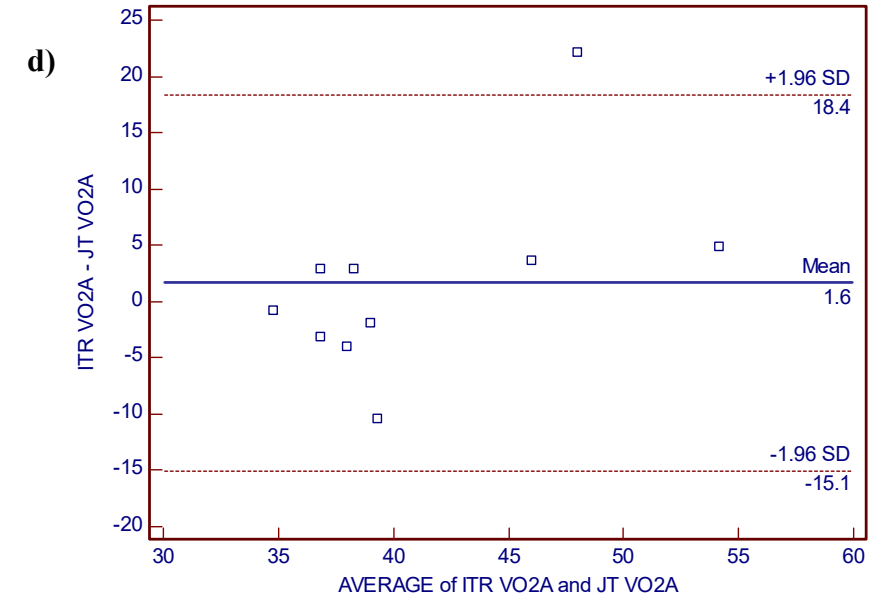
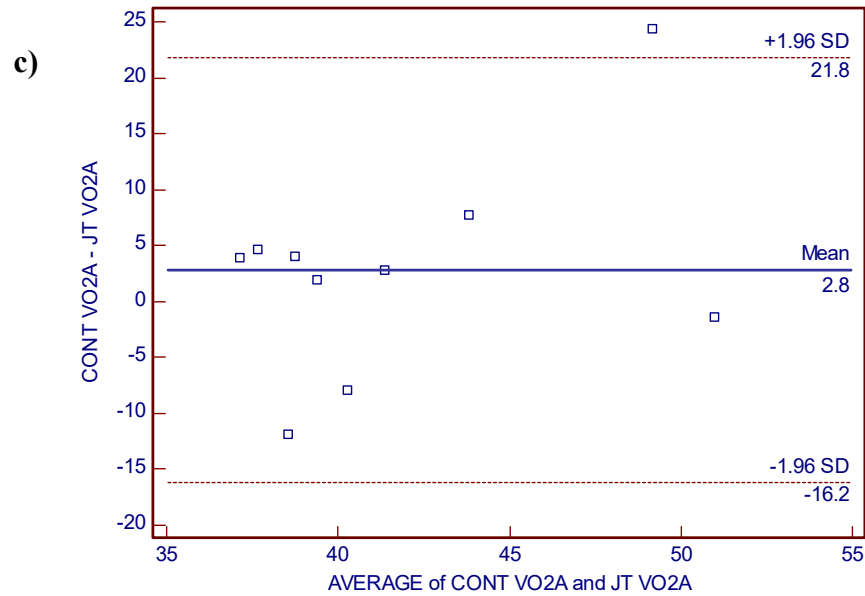
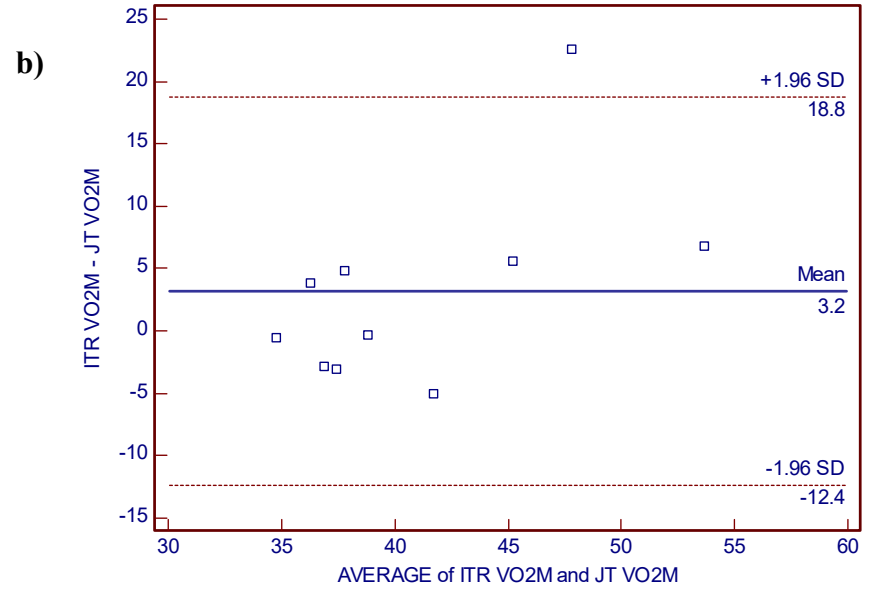
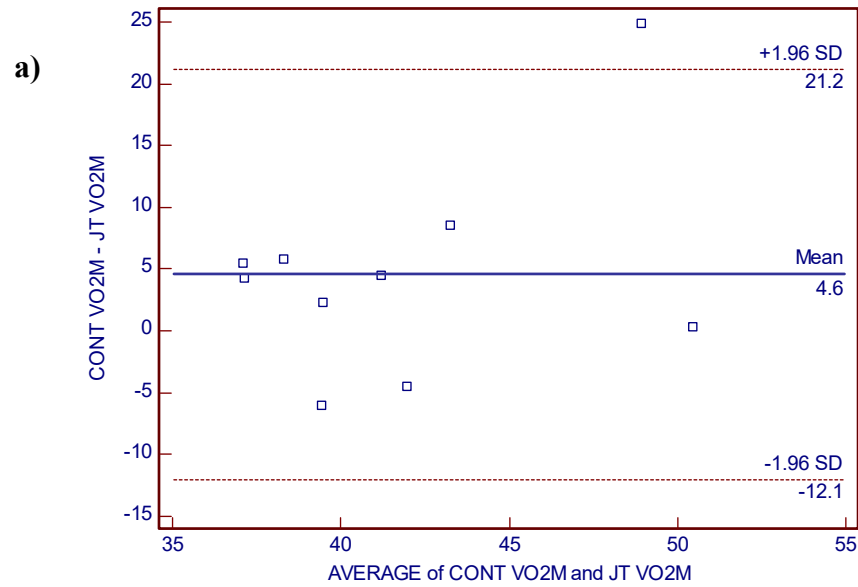


Figura 2: Análise de Bland Altman para consumo de oxigênio ($\text{VO}_2 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) entre: a) teste contínuo (CONT) e jogo-treino (J-T) calculado por Método 1 ($\text{VO}_{2\text{-M}}$); b) teste intermitente (IT-R) e J-T calculado por $\text{VO}_{2\text{-M}}$; c) CONT e J-T calculado por Método 2 ($\text{VO}_{2\text{-A}}$); d) IT-R e J-T, calculado por $\text{VO}_{2\text{-A}}$.

As baixas correlações e a falta de associação entre a estimativa do $\dot{V}O_2$ pela FC- $\dot{V}O_2$ geradas pelos testes CONT e IT-R com o J-T podem ser explicadas pelo comportamento do $\dot{V}O_2$ e da FC ao longo do J-T, como pode ser observado na figura 4.

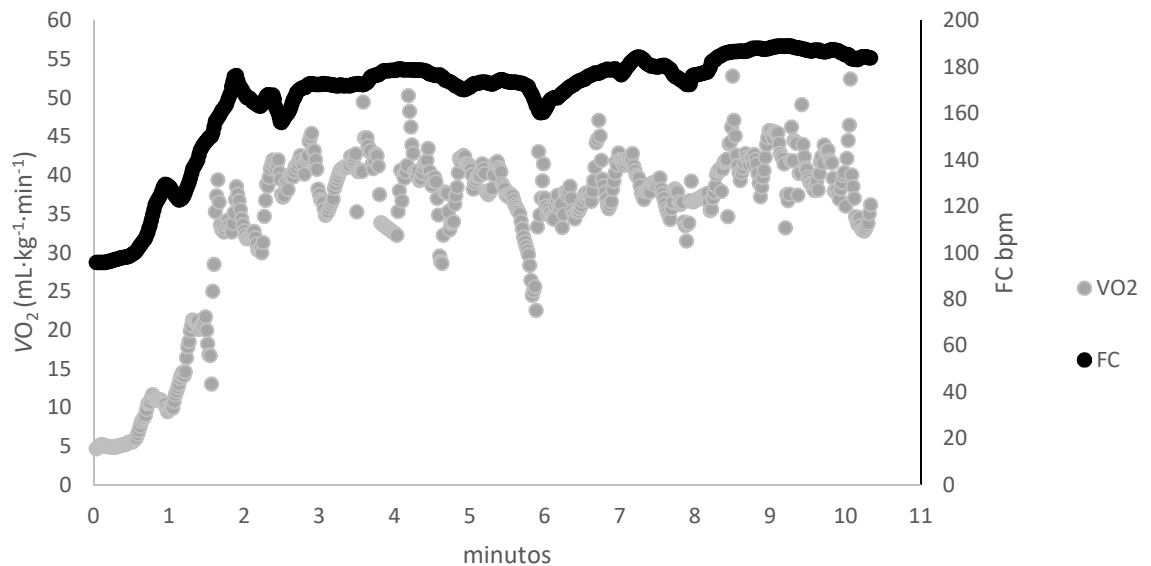


Figura 3: Comportamento do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e frequência cardíaca (FC) de um sujeito durante o jogo-treino (J-T).

Para ilustrar melhor a diferença da relação FC- $\dot{V}O_2$ entre as três situações (CONT, IT-R e J-T), apresentamos na Figura 3 a FC- $\dot{V}O_2$ de um sujeito para os testes CONT, IT-R e do J-T. É possível observar a diferença da dispersão dos dados entre as três situações de exercício. Ao compararmos através de análise de anova os valores de r gerados pelas equações da FC- $\dot{V}O_2$ dos testes (CONT: $r = 0,95 \pm 0,03$ e IT-R: $r = 0,77 \pm 0,09$), com o r da equação gerada também a partir do J-T ($r = 0,59 \pm 0,28$), os testes post hoc de Bonferroni apresentaram significância apenas entre CONT e J-T ($P < 0,001$).

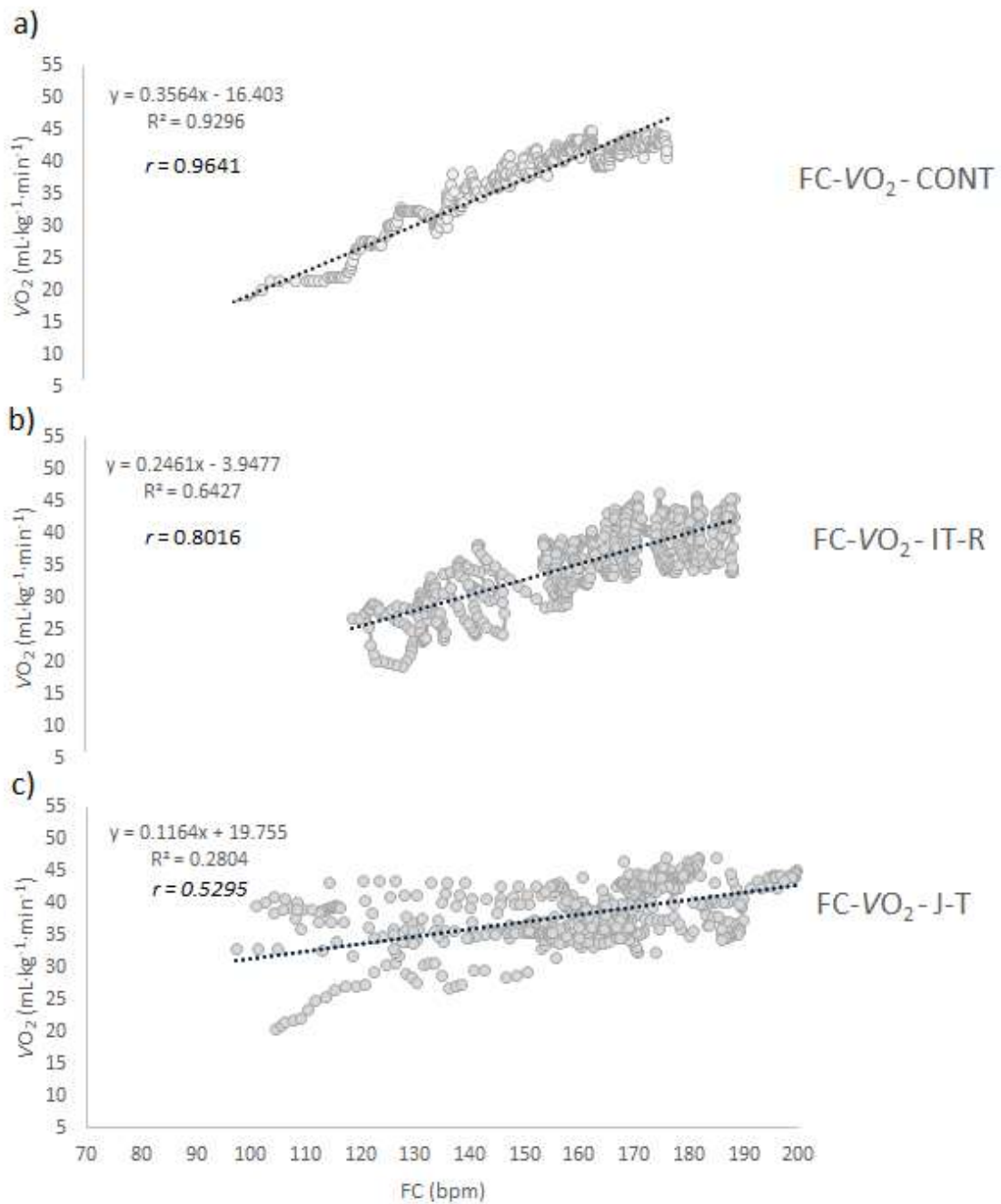


Figura 4: Relação entre frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio (VO₂) de um sujeito, durante os testes: a) contínuo (CONT); b) intermitente (IT-R) e c) jogo-treino (J-T).

Ao compararmos as médias das inclinações das retas geradas pela FC-VO₂ nos testes, CONT ($0,48 \pm 0,12$), IT-R ($0,39 \pm 0,12$), e também gerada no J-T ($0,28 \pm 0,21$), observamos diferenças estatísticas somente entre as inclinações do CONT e J-T ($P < 0,01$).

A análise da demanda energética no J-T evidenciou que o metabolismo predominante durante a partida foi o aeróbio, seguido do anaeróbio alático e anaeróbio lático, (Figura 3).

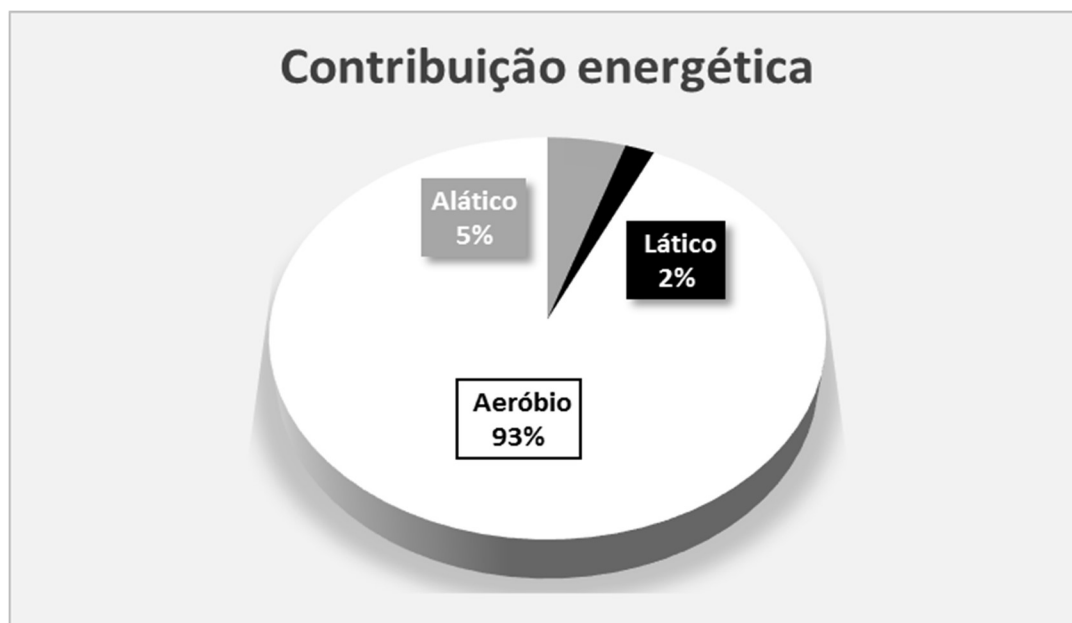


Figura 5: Percentual de contribuição energética durante jogo-treino (J-T).

A tabela 5 apresenta os valores de média e desvio padrão das contribuições energéticas e DE no J-T, total e por minuto, desconsiderando os valores basais de cada indivíduo.

Tabela 4: Análise das contribuições energéticas e dispêndio energético no J-T.

Variáveis	A-Al	A-La	AER	Total
$\dot{V}O_2$ (L)	$1,32 \pm 0,50$	$0,49 \pm 0,28$	$24,38 \pm 2,17$	$26,20 \pm 2,51$
$\dot{V}O_2$ (L·min ⁻¹)	$0,13 \pm 0,05$	$0,05 \pm 0,03$	$2,44 \pm 0,22$	$2,62 \pm 0,25$
$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹)	$19,19 \pm 8,29$	$7,04 \pm 3,87$	$352,10 \pm 49,00$	$378,33 \pm 54,86$
$\dot{V}O_2$ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	$1,92 \pm 0,83$	$0,70 \pm 0,39$	$35,21 \pm 4,90$	$37,83 \pm 5,49$
% $\dot{V}O_2$ (L)	$4,99 \pm 1,70$	$1,87 \pm 1,04$	$93,15 \pm 2,29$	$100,00 \pm 0,0$
DE do jogo (kJ)	$27,75 \pm 10,48$	$10,29 \pm 5,83$	$510,84 \pm 45,51$	$548,87 \pm 52,50$
DE do jogo (kJ·min ⁻¹)	$2,77 \pm 1,05$	$1,03 \pm 0,58$	$51,08 \pm 4,55$	$54,89 \pm 5,25$
DE do jogo (kcal)	$6,62 \pm 2,50$	$2,45 \pm 1,39$	$121,92 \pm 10,86$	$131,00 \pm 12,53$
DE do jogo (kcal·min ⁻¹)	$0,66 \pm 0,25$	$0,25 \pm 0,14$	$12,19 \pm 1,09$	$13,10 \pm 1,25$

A-Al: anaeróbio alático; A-La: anaeróbio lático; AER: aeróbio; $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; % $\dot{V}O_2$: percentual de $\dot{V}O_2$ no jogo; DE = dispêndio energético; DE do jogo (kJ): kJ consumido

por jogo; DE do jogo ($\text{kJ} \cdot \text{min}^{-1}$) kJ consumido por minuto de jogo; DE do jogo (kcal): kcal consumida por jogo; DE do jogo ($\text{kcal} \cdot \text{min}^{-1}$): kcal consumida por minuto de jogo.

Uma vez que os dados do jogo (J-T) não foram de um J-O, nós comparamos os valores da FC de um J-O com os resultados do J-T. A $\text{FC}_{\text{MÁX}}$ (Figura 4) e o percentual da $\text{FC}_{\text{MÁX}}$ não diferiram ($P > 0,05$) entre o J-O e J-T, 91 ± 2 e $87 \pm 6\%$, respectivamente. A FC média do J-O foi significativamente maior do que o J-T ($P < 0,001$). O J-O apresentou intensidade média 6 % acima do J-T.

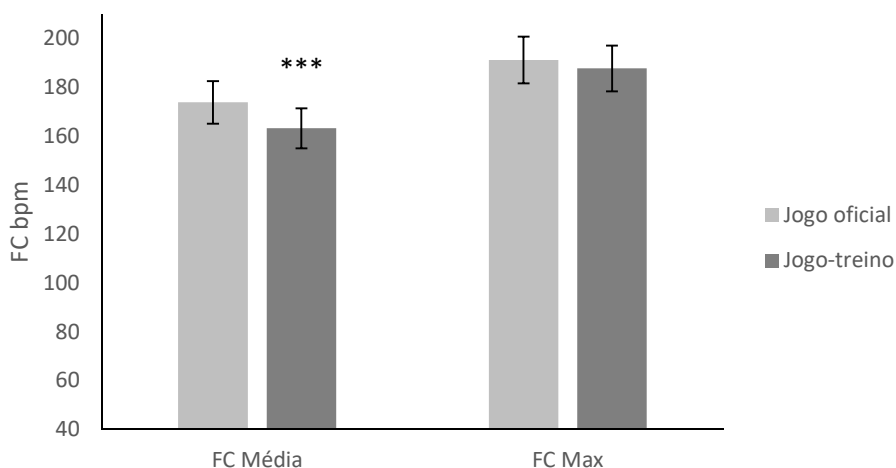


Figura 6: Frequência cardíaca (FC) no Jogo Oficial (J-O) e Jogo-treino (J-T). Valores da FC média e máxima ($\text{FC}_{\text{MÁX}}$). *** = $P < 0,001$.

Ao corrigir o DE pela intensidade do J-O (6% maior que o J-T) o DE apresentou $12,92 \pm 1,15 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ (MET: $10,66 \pm 1,48$) quando considerado só o metabolismo aeróbio, e $13,89 \pm 1,33 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ (MET: $11,46 \pm 1,66$) considerando as três fontes de energia (AER + A-Al + A-La).

7 DISCUSSÃO

O objetivo principal do presente estudo foi comparar o $\dot{V}O_2$ medido em J-T com o $\dot{V}O_2$ estimado através das equações de regressão geradas a partir da FC- $\dot{V}O_2$, obtidas nos testes CONT e IT-R. O $\dot{V}O_2$ medido no J-T não apresentou diferença significativa com o $\dot{V}O_2$ estimado pelos 2 testes (CONT e IT-R). Com base neste resultado a hipótese de que o teste CONT não seria um bom preditor da FC- $\dot{V}O_2$ foi refutada. No entanto, o $\dot{V}O_2$ estimado pelo teste CONT apresentou baixa correlação (muito fraca e não significativa) e associação com o $\dot{V}O_2$ do J-T, indicando que o teste CONT não estima de forma precisa o $\dot{V}O_2$ individualmente para cada jogador. A partir do $\dot{V}O_2$ foi calculado a demanda energética no J-T, que durante a atividade de futsal foi de: 93% aeróbia, 5% anaeróbia alática e 2% anaeróbia láctica. Além disso, foi verificado que o J-T teve intensidade 6% menor do que um J-O.

A nossa amostra foi constituída por jogadores que estavam com aptidão aeróbia abaixo da verificada na literatura. O $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ dos jogadores ($48,74 \pm 6,35$ CONT; $49,64 \pm 9,39$ IT-R) não apresentou diferença entre os dois testes, porém, estão abaixo da média de jogadores brasileiros, que variam entre 52 e 63 $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ (ARINS e SILVA, 2007; MILANEZ et al., 2011; NUNES et al., 2012; PEDRO et al., 2013). Isto pode ser explicado pelo período avaliado, pré-temporada, em que se encontrava a equipe. Estudos com jogadores europeus, apresentam valores de $\dot{V}O_{2\text{MÁX}}$ maiores, especificamente jogadores espanhóis ($65,1 \pm 6,2$ $\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) (CASTAGNA e BARBERO-ALVAREZ, 2010). Essa diferença pode ser explicada entre outros fatores pelo nível técnico da equipe, características táticas, velocidade e intensidade do jogo ou mesmo o nível da população europeia de modo geral. Por isso, é importante termos referências de jogadores brasileiros, e caracterizar ao período da temporada, para uma comparação mais fidedigna, de acordo com as características da amostra avaliada no presente estudo.

A velocidade em que o $\dot{V}O_{2\text{MÁX}}$ foi atingido (CONT = $16,10 \pm 0,99$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, IT-R = $16,40 \pm 0,84$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) está próxima da relatada por Baroni e Leal Junior (2010) ($16,94 \pm 1,12$) mas abaixo do verificado em outros estudo, $17,5 \pm 0,9$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (PEDRO et al., 2013), ambos com jogadores brasileiros. Com relação ao LV_2 no teste CONT ($13,70 \pm 1,06$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) os jogadores apresentaram valores inferiores ($14,45 \pm 0,99$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) e o percentual do $\dot{V}O_2$ em que os jogadores atingiram o LV_2 (CONT = $85,07 \pm 3,21$ e IT-R = $86,67 \pm 3,40$ % do $\dot{V}O_2$) próximos ao verificado em jogadores brasileiros, $88,51 \pm 5,83$ % (BARONI e LEAL JUNIOR, 2010). Embora o LV_2 do teste IT-R ($14,20 \pm 0,63$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) foi similar ($14,45 \pm 0,99$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) ao verificado por Baroni e Leal Junior (2010), esta comparação é limitada, devido a característica diferente entre os testes.

Na comparação entre o $\dot{V}O_2$ medido em J-T e o $\dot{V}O_2$ estimado a partir da FC- $\dot{V}O_2$, o $\dot{V}O_2$ estimado através das equações geradas pelos testes CONT e IT-R não apresentou diferença significativa do J-T ($P>0,05$), tanto quando calculado pelo $\dot{V}O_{2-M}$ quanto pelo $\dot{V}O_{2-A}$. Quando observamos os valores percentuais realizados através do $\dot{V}O_{2-M}$, os valores para $\dot{V}O_2$ ficam ligeiramente superestimados em 12 e 8% (CONT e IT-R, respectivamente) comparado ao J-T, já no $\dot{V}O_{2-A}$ os valores percentuais superestimam menos o $\dot{V}O_2$ ficando 7 e 4 % (CONT e IT-R, respectivamente) acima do medido em J-T.

Alguns estudos descritos na literatura que estimaram o $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$ (ESPOSITO et al., 2004; MAKAGE et al., 2012) utilizaram a FC média do jogo para estimar a média do $\dot{V}O_2$ durante o jogo, tal como feito no método $\dot{V}O_{2-M}$. No presente estudo, além do cálculo pela média FC, o $\dot{V}O_2$ também foi calculado partir de cada ponto ou valor da FC do jogo, possibilitando o cálculo da área integral do $\dot{V}O_2$ estimado ($\dot{V}O_{2-A}$), uma vez que para cada valor de FC há valores diferentes de $\dot{V}O_2$. Ao nosso entendimento e levando em conta a complexidade das respostas fisiológicas geradas durante o jogo de futsal, a utilização da área sob a curva de $\dot{V}O_2$ durante o J-T ($\dot{V}O_{2-A}$) é a maneira mais correta para o estimar o $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$, ao contrário da utilização de apenas o valor médio da FC, o que pode não representar o que realmente ocorre durante todo o tempo de jogo.

No futebol, Esposito et al. (2004) observaram que não houve diferença significativa entre o $\dot{V}O_2$ medido no teste de campo, proposto por Ekblom (1998), e o $\dot{V}O_2$ estimado pela equação no teste em esteira, e afirmam que a estimativa do $\dot{V}O_2$ pela FC- $\dot{V}O_2$ é válida, porém, os autores não correlacionaram os testes com a atividade de jogo real como no presente estudo.

Diferente dos estudos anteriores (ESPOSITO et al., 2004; BEATO et al., 2016), realizados com o futebol, nós comparamos a FC- $\dot{V}O_2$ com a situação de jogo no futsal, o J-T. O futsal apresenta características distintas do futebol, principalmente na maior intensidade (BARBERO ALVAREZ et al., 2008) e das ações serem realizadas em menor espaço com mudança de direção mais acentuadas. Essa alta intensidade de característica intermitente durante o jogo de futsal contribui para que a FC e o $\dot{V}O_2$ não mantenham o comportamento linear como em um teste progressivo, o que influencia diretamente nos resultados da FC- $\dot{V}O_2$.

No estudo de Esposito et al. (2004), embora o teste tenha atividades de jogo, os autores utilizaram um circuito com atividades pré determinadas, que apesar de parecidas, são diferentes das encontradas na situação de jogo, como as atividades imprevisíveis que demandam tempo de reação e aceleração, além do estado emocional que o jogo provoca e difere de um teste em situação controlada. Tais características, certamente, provocam dissociação na FC- $\dot{V}O_2$, o que pode ser observado no comportamento da FC- $\dot{V}O_2$ do J-T (Figura 3).

Um aspecto observado por Esposito et al. (2004), com relação a duração do estágio do teste de 1 minuto, que seria insuficiente para estabelecer a FC- $\dot{V}O_2$, não foi verificado no presente estudo, dada a forte correlação evidenciada na FC- $\dot{V}O_2$ a partir do teste CONT ($r = 0,95 \pm 0,03$ e $r^2 = 0,91 \pm 0,05$). Portanto, a duração de 1 minuto dos estágios parece ser suficiente para estabelecer a equação entre a FC- $\dot{V}O_2$.

Diferente dos outros estudos, (ESPOSITO et al., 2004; BEATO et al., 2016) que foram com futebol, Castagna et al. (2007), estudaram a FC- $\dot{V}O_2$ no futsal para comparar a resposta no teste em esteira, teste de campo e jogo recreacional. Os testes apresentaram fortes correlações na FC- $\dot{V}O_2$, o que levou os autores a considerarem a FC- $\dot{V}O_2$ válida também para estimar o $\dot{V}O_2$ em exercício intermitente. Entretanto, apesar da validade apontada pelos autores, eles afirmam que a FC pode ter menor capacidade de previsão do envolvimento aeróbio real durante atividades intermitentes quando comparado ao exercício contínuo, e ainda, outras atividades ocasionais, tais como movimentos de corrida para trás, corrida de velocidade ou ações musculares isométricas, podem explicar algumas das diferenças na resposta de FC em relação ao exercício contínuo. Associado a isso, fatores como calor, estresse também podem influenciar comportamento da FC (ACHTEN & JEUKENDRUP, 2003), que são características do jogo.

De maneira contrária aos estudos citados acima, Buchheit et. al. (2009), em estudo com handebol, não recomenda o uso da FC- $\dot{V}O_2$ para estimar o $\dot{V}O_2$ em modalidades esportivas intermitentes, alegando que a FC- $\dot{V}O_2$ não é precisa. No handebol, há uma maior massa muscular envolvida no jogo devido ao acréscimo das ações com os membros superiores, somada ainda a, acelerações, desacelerações, saltos, trocas de direção, que são, amplamente diferentes da corrida. Os autores sugerem ainda que dada as características do handebol, pequenos músculos são recrutados em maior proporção quando comparado ao teste incremental em esteira, o que em seu estudo pode ter contribuído para o aumento do $\dot{V}O_2$ pico, que com exceção da utilização dos membros superiores, se aproxima da atividade de futsal. Ainda, Buchheit et. al. (2009) destaca que os valores fisiológicos mais altos alcançados no jogo reduzido, podem ser resultado de maior motivação quando os jogadores jogaram com a bola, daí a importância de compararmos a estimativa do $\dot{V}O_2$ com atividade real em J-T.

As baixas correlações evidenciadas no presente estudo, entre o CONT, IT-R e o J-T ($\dot{V}O_{2-M}$: CONT = 0,10 e IT-R = 0,47; $\dot{V}O_{2-A}$: CONT = -0,01 e IT-R = 0,42) corrobora com o estudo de Buchheit et. al. (2009), deixando mais claro a diferença entre as características das atividades. Na figura 4 podemos observar a diferença da dispersão dos dados entre as três situações de exercício, que são bem diferentes. Ao compararmos as inclinações das retas da FC-

$\dot{V}O_2$ obtidas nas 3 situações: CONT = $0,48 \pm 0,12$; IT-R = $0,39 \pm 0,12$; e J-T = $0,28 \pm 0,21$, observamos diferença estatística somente entre CONT e J-T ($P < 0,01$), evidenciando a diferença entre as características das atividades. O fato das inclinações das retas não apresentarem diferença significativa entre IT-R e J-T, demonstra a proximidade do comportamento para FC e $\dot{V}O_2$ entre as duas atividades.

De acordo com nossos resultados e levando em conta a característica do futsal, a estimativa do $\dot{V}O_2$ realizada com equações geradas a partir da FC- $\dot{V}O_2$ em teste CONT, apesar de não apresentar diferença estatística entre o $\dot{V}O_2$ medido e o estimado, não tem boa correlação (muito fraca) e associação com a atividade de futsal testada através do J-T. A estimativa a partir do teste IT-R pode ser uma alternativa para estimar o $\dot{V}O_2$ e por sua vez o DE no futsal, porém, a correlação e associação entre o IT-R e a atividade de futsal testada através do J-T, apesar de ser melhor que o CONT, é apenas moderada.

Dentre os objetivos deste estudo, está a verificação do DE total do jogo (aeróbio, mais o componente anaeróbio alático e lático), diferente dos demais estudos, tanto com o futebol e futsal, que não o fizeram. Margaria et al. (1933) comenta que é possível determinar a demanda anaeróbia alática pelo componente rápido do consumo de oxigênio pós exercício (EPOC) enquanto que a demanda anaeróbia lática pode ser observada pelo delta de lactato ($\Delta[La^-]$) (diferença entre o lactato obtido após o J-T e em repouso) (DI PRAMPERO; FERRETI, 1999). Alguns estudos têm utilizado desta metodologia para o cálculo da demanda energética total (CAMPOS et al., 2011; BERTUZZI et al., 2007; MELLO et al., 2009; ZAGATTO et al., 2016), e embora haja limitação na determinação dos componentes anaeróbios em exercício intermitente, devido as alterações de intensidade e o cálculo utilizar apenas os parâmetros coletados ao final do exercício, ele pode trazer informações adicionais e uma maior aproximação do DE total do jogo de futsal. Como a demanda anaeróbia, tanto alática como lática, é calculada com dados do final do exercício e o J-T teve duração de 10 min, é possível que a análise de um período de tempo menor do jogo, i.e. aproximadamente 3 minutos, possa trazer dados mais próximos do real, considerando que a medição do $\dot{V}O_2$ e da $[La^-]$ após cada ação não é possível de ser feita durante o jogo.

Deste modo, o erro no cálculo dos componentes anaeróbios podem ser minimizados, uma vez que o número de intervalos entre as ações intensas e as de menor intensidade e recuperação são reduzidos. Assim é possível que o cálculo da demanda anaeróbia alática e lática não seja tão subestimada, como no caso da análise de período de tempo mais longos, depois de realizada a normalização por minuto ($kcal \cdot min^{-1}$).

Bertuzzi et al. (2007) salientam que o nível técnico pode influenciar a demanda de energia, com atletas iniciantes apresentando uma economia de movimento menor do que os atletas de elite, assumindo que a intensidade do exercício e o estado de treinamento podem influenciar a interação dos sistemas de energia. Em relação a metodologia empregada para análise da contribuição energética, Bertuzzi et al. (2007) alertam que tanto o uso de $[La^-]$ como o EPOC para estimar a contribuição dos sistemas anaeróbios ainda são passíveis de críticas, e uma delas seria que a disponibilidade de oxigênio é apenas um dos vários fatores que poderiam causar o aumento do $[La^-]$ durante o exercício, e ainda, que são necessários mais estudos para elucidar os componentes que regem a ressíntese do sistema alático durante a contração muscular. A inexistência de um método universalmente aceito com plena confiabilidade para a medição do metabolismo anaeróbio durante o exercício, especialmente em testes não laboratoriais, ainda é um problema não resolvido (BERTUZZI et al., 2007). No entanto, com a metodologia disponível e o que temos na literatura até o momento, o emprego do cálculo que estima a contribuição anaeróbia alática, pelo EPOC, e anaeróbia láctica, pela $[La^-]$, nos trazem informações, ainda que limitadas, auxiliam no entendimento da demanda energética do exercício intermitente, especialmente no caso dos esportes intermitentes com bola, que certamente são os mais difíceis de serem quantificados, do ponto de vista energético. No presente estudo podemos notar também uma limitação a respeito do metabolismo aeróbio, não citada em outros estudos, é que durante as pausas após atividades de alta intensidade, o sistema aeróbio tem a função de ressintetizar ATP-CP, isso faz com que a resposta da via aeróbia de energia também seja superestimada quando medida através $\dot{V}O_2$.

Como já citado na literatura, a maior parte da energia em um jogo de futsal provém do metabolismo aeróbio (MEDINA et al., 2002; CASTAGNA et al., 2007). No presente estudo a contribuição aeróbia foi 93%, seguido de 5% anaeróbio alático e 2% anaeróbio láctico. Uma das limitações do estudo, foi não ter avaliado a resposta anaeróbia em um tempo menor durante o J-T, e a avaliação somente ao final do tempo de 10 minutos faz com que o metabolismo anaeróbio seja subestimado. Assim como Buchheit et al. (2009) justifica em seu estudo, a intensidade de trabalho é variável e não há período de recuperação completo, podendo ser comparado a um exercício intermitente com recuperação ativa e amplitude reduzida. Isso evita que o $\dot{V}O_2$ diminua entre as sequências de movimento e resulta na aceleração da cinética $\dot{V}O_2$ no início de cada período de trabalho, induzindo um maior $\dot{V}O_2$. Esse tipo de "recuperação ativa" em intensidade moderada, também é descrito na literatura por facilitar a eliminação de lactato, e como no estudo de Buchheit et al. (2009), também pode explicar os menores níveis de $[La^-]$ observados para os jogos de futsal. Como já citado, uma sugestão para estudos futuros,

é reduzir o tempo do J-T para aproximadamente 3 minutos, para que se possa observar melhor a reposta dos componentes anaeróbios.

Os valores de DE medidos em J-T a partir do $\dot{V}O_2$ com analisador de gases para comparativo com o DE gerados a partir da FC- $\dot{V}O_2$ dos testes CONT e IT-R apresentaram $13,68 \pm 1,24$ e $13,96 \pm 1,16 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$, calculados pelos $\dot{V}O_{2-M}$ e $\dot{V}O_{2-A}$, respectivamente. Para saber o valor do DE somente da atividade de futsal, fizemos também o cálculo do DE desconsiderando os valores ($\dot{V}O_2$) de repouso, e observamos $12,19 \pm 1,09 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ considerando só o componente aeróbio, e $13,10 \pm 1,25 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ considerando o DE proveniente dos metabolismos aeróbio mais anaeróbio (AER + A-Al + A-La). Os jogadores relataram um leve desconforto ao participarem do J-T portando o analisador de gases, o que pode ter contribuído para que a intensidade média do J-T ($FC_{\text{média}} = 163 \pm 7 \text{ bpm}$ e $91 \pm 2\%$ da $FC_{\text{MÁX}}$) tenha sido menor que do J-O ($FC_{\text{média}} = 174 \pm 4 \text{ bpm}$ e $87 \pm 6\%$ da $FC_{\text{MÁX}}$). Ao corrigirmos os valores do DE em J-T pela intensidade do J-O ($>6\%$), o DE na modalidade de futsal ficou em $12,92 \pm 1,15 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ e 10,66 METs quando considerado só o metabolismo aeróbio, e $13,89 \pm 1,33 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ e 11,46 METs considerando as três fontes de energia (AER + A-Al + A-La). Ao compararmos o DE verificado no presente estudo com outras modalidades esportivas, o futsal apresenta maior DE que outras modalidades coletivas como futebol e basquete, por exemplo (AINSWORTH, et al., 2000).

Os valores de estimativa a partir relação FC- $\dot{V}O_2$ calculados pelo $\dot{V}O_{2-M}$ (CONT= $15,39 \pm 2,98$ e IT-R = $14,71 \pm 2,35 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$) e pelo $\dot{V}O_{2-A}$ (CONT= $15,09 \pm 3,25$ e IT-R = $14,47 \pm 2,53 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$) estão um pouco abaixo dos apresentados na literatura para o DE em jogadores de futsal brasileiro de $18,0 \pm 2,2 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ (RODRIGUES et al., 2011), também a partir da relação FC- $\dot{V}O_2$ em 13 partidas oficiais de futsal. Porém, dado as limitações do método é possível que estes dados sejam superestimados.

Com base nos resultados do presente estudo, a estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$ não é recomendada para estimar o $\dot{V}O_2$ individualmente na modalidade de futsal, assim como citado por Castagna et al. (2007), que recomendam o uso da FC- $\dot{V}O_2$ para estimar o $\dot{V}O_2$ médio ou de um grupo, uma vez que os autores também observaram grandes erros a nível de estimativa individual em seu estudo. Esta ideia é baseada na baixa correlação entre o $\dot{V}O_2$ medido e o estimado, verificado no presente estudo. Ainda, a estimativa do $\dot{V}O_2$ a partir da FC- $\dot{V}O_2$ com as equações geradas a partir de um modelo de teste intermitente com recuperação em quadra, pode ser uma alternativa para estimar o $\dot{V}O_2$ e por sua vez o DE para grupos no futsal. No entanto, e preciso apontar a baixa correlação da FC- $\dot{V}O_2$ com a modalidade futsal. O uso da FC- $\dot{V}O_2$ na estimativa do $\dot{V}O_2$ em esportes coletivos deve ser visto com cautela, pois a literatura apresenta

resultados divergentes, no caso dos estudos com o futebol (ESPOSITO et al., 2004) e o futsal (CASTAGNA et al, 2007) que indicam a validade da FC- $\dot{V}O_2$ enquanto que no handebol (BUCHHEIT et al., 2009) e no presente estudo, com o futsal, a FC- $\dot{V}O_2$ não demonstrou-se válida para estimativa do $\dot{V}O_2$ pela FC em teste contínuo.

Até o presente momento não identificamos na literatura nenhum estudo que tenha o propósito de quantificar a contribuição do metabolismo energético no futsal e o cálculo do DE total levando em conta tanto o metabolismo aeróbio como anaeróbio, assim como verificar a FC- $\dot{V}O_2$ em teste intermitente. Toda via, ainda são necessários mais estudos sobre as contribuições energéticas e o DE no futsal, com tempo de ação mais curtos para que os componentes anaeróbios não sejam tão subestimados e que o resultado das análises de jogos treinos sejam comparadas e se possível corrigidas com a intensidade do J-O, que supostamente demandam maior estresse, intensidade, calor, intermitência e alteração de atividades do jogo, que podem interferir nas respostas fisiológicas observadas.

8 CONCLUSÃO

A estimativa do $\dot{V}O_2$ e DE com base em equações de regressão geradas a partir da relação FC- $\dot{V}O_2$ não apresentaram diferença estatística significativa a partir de teste CONT e IT-R. Apesar disso, os dados gerados tem baixa correlação e associação com a modalidade de futsal, o que pode inviabilizar seu uso. No entanto, considerando que o teste IT-R apresentou correlação moderada e resultados mais próximos ao do J-T, em comparação ao CONT (correlação muito fraca), o teste intermitente com recuperação em quadra (IT-R) pode ser uma alternativa para estimar o $\dot{V}O_2$ médio de grupos de sujeitos com características similares.

A análise da contribuição energética em J-T de futsal demonstrou que a maior demanda vem do metabolismo aeróbio que no presente estudo contribuiu com 93%, seguido de 5% anaeróbio alático e 2 % anaeróbio láctico. É possível que a análise do tempo menor do jogo, 3 min, por exemplo, possa ajudar a corrigir a limitação do cálculo do DE anaeróbio.

O J-T apresentou DE de $12,92 \pm 1,15 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ quando considerado só o metabolismo aeróbio, e $13,89 \pm 1,33 \text{ kcal} \cdot \text{min}^{-1}$ quando considerado o metabolismo aeróbio mais anaeróbio.

O J-T apresentou menor intensidade do que o J-O, em 6%. Portanto o DE energético da análise de jogos não oficiais devem ser corrigidos pela intensidade do jogo real, caso se pretenda calcular o DE de um J-O de futsal.

REFERÊNCIAS

- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring. Application and limitation. **Sports Medicine**, v. 33, n.7, p. 517-538, 2003.
- AINSWORTH, B. E.; HASKELL, W. L.; WHITT, M. C.; IRWIN, M. L.; SWARTS, A. M.; STRATH, S. J.; O'BRIEN, W. L.; BASSET, D. R. JR.; SCHMITZ, K. H.; EMPLAINCOURT, O. P.; JACOBS, D. R. JR.; LEON, A. S. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 9, suplementum, p. S498-S516, 2000.
- ARINS, F.B.; SILVA, R.C.R. Intensidade de trabalho durante os treinamentos coletivos de futsal profissional: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 9 (3): 291-296, 2007.
- BANGSBO, J. Yo-yo tests. **Copenhagen: August Krogh Institute**, 1996.
- BARBIERI, F. A. Futsal: conhecimentos teóricos-práticos para o ensino e o treinamento. Jundiaí: **Fontoura**, 2009.
- BARBERO-ALVAREZ, J. C.; SOTO, V. M.; BARBERO-ALVAREZ, V. GRANDA-VERA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports Sciences**, 26(1): 63-73, 2008.
- BARBERO-ALVAREZ, J. C.; BARBERO-ALVAREZ, V. Efectos del entrenamiento durante una pretemporada en la potencia máxima aeróbica medida mediante dos test de campo progresivos, uno continuo y otro intermitente. *Futsalcoach*. 2007. Disponível em http://futsalcoach.es/web_v2/area_tecnica/archivos/1281_19_efectos_entrenamiento_pre_print.pdf. Acesso em 03 de ago. de 2016.
- BARONI, B. M.; LEAL JUNIOR, E. C. Aerobic capacity of male professional futsal players. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, 50: 395-9, 2010.
- BEATO, M.; IMPELLIZZERI, F. M.; CORATELLA, G.; SCHENA, F. A. Quantification of energy expenditure of recreational football. **Journal of Sports Sciences**, 34: 2185-2188, 2016.
- BENEKE, R.; POLLMANN, C.; BLEIF, I.; LEITHAUSER, R. M.; HUTLER, M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? **European Journal of Applied Physiology**, 87(4-5): 388-92, 2002.
- BERTUZZI, R. C.; FRANCHINI, E.; KOKUBUN, E.; KISS, M. A. Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, 101(3):293-300, 2007.
- BERTUZZI, R.C.; FRANCHINI, E.; UGRINOWITSCH, C.; KOKUBUN, E.; LIMA-SILVA, A. E.; PIRES, F.O.; NAKAMURA, F. Y.; KISS, M. A. P. D. M. Predicting MAOD using only a supramaximal exhaustive test. *Int. Journal Sports Medicine*, 31(7): 477-481, 2010.

- BUCHHEIT, M.; LEPRETRE, P. M.; BEHAEGEL, A. L.; MILLET, G. P.; CUVELIER, G.; AHMAIDI, S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 12: 399-405, 2009.
- BUENO, M. J. O.; CAETANO, F. G.; PEREIRA, T. J. C.; SOUZA, N. M.; MOREIRA, G. D.; NAKAMURA, F. Y.; CUNHA, S. A.; MOURA, F. A. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official matches. **Sports Biomechanics**, 00 (0): 1-11, 2014.
- CAMPOS, F. A.; BERTUZZI, R.; DOURADO, A. C.; SANTOS, V. G.; FRANCHINI, E. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. **European Journal of Applied Physiology**, 112:1221–1228, 2012.
- CASTAGNA, C.; ALVAREZ, J. C. Physiological demands of an intermitente futsal- oriented high-intensity test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 24(9): 2322–2329, 2010.
- CASTAGNA, C.; BELARDINELLI, R.; IMPELLIZZERI, F. M.; ABT, G. A.; COUTTS, A. J.; D'OTTAVIO, S. Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 10 (2):89–95, 2007
- CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; GRANDA VERA, J.; BARBERO ALVAREZ, J. C. Match demands of professional Futsal: a case study. **Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia**; 12: 490-494, 2009
- COELHO, D. B.; COELHO, L. G.; MORTIMER, L. A. F.; HUDSON, A. S.R.; MARINS, J. C. B.; SOARES, D. D.; GARCIA, E. S. Energy demand and heart rate evaluation at different phases during a match along an oficial soccer competition. **Brasilian Journal of Kinantropometry and Human performance**, 14 (4): 419, 2012.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL DE SALÃO. Disponível em http://www.cbfs.com.br/2009/cbfs/Livro_Nacional_de_Regras_2013_.pdf. Acesso em 06 de mai de 2014.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL DE SALÃO. Disponível em <http://www.cbfs.com.br/2009/cbfs/origem.php>. Acesso em 06 de mai de 2014.
- CYRINO, E. S.; ALTIMARI, L. R.; OKANO, A. H.; COELHO, C. F. Efeitos do treinamento de futsal sobre a composição corporal e o desempenho motor de jovens atletas. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, 10(1): 41-46, 2002.
- DENADAI, B. S. Consumo máximo de oxigênio: Fatores determinantes e limitantes. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, 1: 85-94, 1995b.
- DI PRAMPERO, P. E.; FERRETI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration Physiology**; 118(2-3): 103-15, 1999.

DOGRAMACI, S. N.; WATSFORD, M. L.; MURPHY, A. J. Time-motion analysis of international and national level futsal. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25(3): 646-651, 2011.

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

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE FUTEBOL ASSOCIADO, FIFA Futsal. Disponível em <http://pt.fifa.com/aboutfifa/footballdevelopment/technicalsupport/futsal/>. Acesso em 28 de nov. de 2013.

FREITAS JUNIOR, I. F.; MONTEIRO, P. A.; SILVEIRA, L. S.; CAYRES, S. U.; ANTUNES, B. M.; BASTOS, K. N.; BASTOS, K. N.; CODOGNO, J. S.; SABINO, J. J.; FERNANDES, R. A. Resting heart rate as a predictor of metabolic dysfunctions in obese children and adolescents. **Bmc Pediatrics. London: Biomed Central Ltd**; 12: 1-7, 2012.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R. JR., WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine Science Sports Exercise** 27(9): 1292-301. 1995

JONES, A. M.; DOUST, J. A. 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **Journal Sports Science**. 14:321-7. 1996

KUIPERS, H.; VERSTAPPEN, F. T.; KEIZER, H. A.; GEURTEN, P.; ANDVAN KRANENBURG, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International Journal Sports Medicine** 6(4) 197-201. 1985

KUIPERS, H.; RIETJENS, G.; VERSTAPPEN, F.; SCHOENMAKERS, H.; HOFMAN, G. Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. **International Journal Sports Medicine**. 24, 486-491. 2003

LEAL JUNIOR, E.C.P.; SOUZA, F. B.; MAGINI, M.; MARTINS, R. A. B. L.; Estudo comparativo do consumo de oxigênio e limiar anaeróbio em um teste de esforço progressivo entre atletas profissionais de futebol e futsal. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, 12(6), 2006.

LI, R.; DEURENBERG, P.; HAUTVAST, J. G. A. J. A critical evaluation of heart rate monitoring to assess energy expenditure in individuals. **American Journal Clinical Nutrition**, 58: 602-7. 1993

LIMA, A. M. J.; SILVA, D. V. G.; SOUZA, A. O. S. Correlação entre as medidas diretas e indiretas do VO₂máx em atletas de futsal. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 11:164-6, 2005.

LUCIA, A.; HOYOS, J.; SANTALLA, A.; EARNEST, C.; CHICHARRO, J. L. Tour de France versus Vuelta a Espana: Which is harder? **Medicine Science Sports Exercise**, 35: 872-878, 2003.

MAKAJE, N.; RUANGTHAI, R.; ARKARAPANTHU, A.; YOOPAT, P. Physiological demands and activity profiles during futsal match play according to competitive level. **Journal Sports Medicine Physiologi Fitness**, 52: 366-74, 2012.

MARGARIA, R.; EDWARDS, H. T.; DILL, D.B. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal Physiology**, 106:689-715. 1933

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

MEDINA, J.; SALILLAS, L.; VIRÓN, P.; MARQUETA, P. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición. Apunts – **Educación Física e Deportes**, 67: 45-51. 2002

MELLO, F. C.; BERTUZZI, R. C.; GRANGEIRO, P. M.; FRANCHINI, E.; Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. **European Journal of Applied Physiology**, 107:615–619. 2009

MILANEZ, V. F.; PEDRO, R. E.; MOREIRA, A.; BOULLOSA, D. A.; SALLE-NETO, F.; NAKAMURA, F. Y. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. **International Journal Sports Physiology and Performance**, 6:358-66. 2011

NUNES, R. F. H.; ALMEIDA, F. A. M.; SANTOS, B. V.; ALMEIDA, F. D. M.; NOGAS, G.; ELSANGEDY, H. M.; KRINSKI, K.; SILVA, S. G. Comparação de indicadores físicos e fisiológicos entre atletas profissionais de futsal e futebol. **Motriz**, 18(1): 104-112, 2012.

OLIVEIRA, R. S.; LEICHT, A. S.; BISHOP, D.; BARBERO-ALVAREZ, J. C.; NAKAMURA, F. Y. Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. **International Journal Sports Medicine**, 34:424-30. 2012.

OZYENER, F.; ROSSITER, H. B.; WARD, S. A.; WHIPP, B. J. Influence of exercise intensity on the on- and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **Journal Physiology**. 533: 891–902. 2001.

PEDRO, R. E.; MILANEZ, V. F.; BOULLOSA, D. A.; NAKAMURA, F. Y. Running speeds at ventilatory threshold and maximal oxygen consumption discriminate futsal competitive level. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 27:514-518. 2013.

RODRIGUES, V. M.; RAMOS, G. P.; MENDES, T. T.; CABIDO, C. E. T.; MELO, E. S.; CONDESSA, L. A.; COELHO, D. B.; GARCIA, E. S. Intensity of official futsal matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 25(9): 2482–2487, 2011.

ROWNTREE, D. Statistics without tears: a primer for nonmathematicians. London, **Penguin Books**, 1991.

SANTI MARIA, T.; ARRUDA, M.; ALMEIDA, A.G. Futsal: treinamento de alto rendimento. São Paulo: **Phorte**, 2009.

- VIEIRA, L. H. P.; DOĞRAMACI, S. N.; BARBIERI, R. A.; MILIONI, F.; MOURA, F. A.; ANDRADE, V. L.; CESAR, G. M.; SANTIAGO, P. R. P. Preliminary results on organization on the court, physical and technical performance of Brazilian professional futsal players: comparison between friendly pre-season and official match. **Motriz**, 22(2):80–92, 2016.
- ZAGATTO, A. M.; MOREL, E. A.; GOBATTO, C. A. Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 24(4):942-9, 2010.
- ZAGATTO, A. M; LEITE, J. V. M.; PAPOTI, M; BENEKE, R. Energetics of Table Tennis and Table Tennis Specific Exercise Testing. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 11(8):1012-1017,2016.

APÊNDICES

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: CONTRIBUIÇÃO DO METABOLISMO ENERGÉTICO E MÉTODOS DE AVALIAÇÃO AERÓBIA NO FUTSAL.

Pesquisador: Julio Wilson dos Santos

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 41515915.5.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.107.902

Data da Relatoria: 07/05/2015

Apresentação do Projeto:

O projeto está bem apresentado, com a devida clareza de tema, objetivo e métodos de pesquisa.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo está bem delineado: verificar quanto o metabolismo energético dos praticantes de futsal contribui e quanto de energia em quilocalorias (Kcal) é gasto durante um jogo simulado e em atividades com bola.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos para os participantes são mínimos, por se tratar de pessoas que habitualmente praticam esporte e este esporte especificamente. Os benefícios, aparentemente, serão mais para o pesquisador que para os participantes da pesquisa, se considerarmos o apresentado no projeto.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta-se relevante para avaliar os benefícios aportados pelo Futsal aos seus praticantes, já que - mesmo sendo uma prática esportiva bastante difundida no Brasil - ainda não foi

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro:

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (143)103-6087

Fax: (143)103-6087

E-mail: arimaia@fc.unesp.br

"FACULDADE DE CIÊNCIAS
CAMPUS DE BAURU/ UNESP -
"JÚLIO DE MESQUITA



Continuação do Parecer: 1.107.902

suficientemente
estudada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O autor corrigiu o TCLE segundo as indicações recebidas, adequando-o ao projeto de pesquisa.

Recomendações:

Adequado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

BAURU, 15 de Junho de 2015

Assinado por:
Ari Fernando Maia
(Coordenador)

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro:

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (143)103--6087

Fax: (143)103--6087

E-mail: arimaia@fc.unesp.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - (TCLE)
(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

O projeto de pesquisa *“Relação entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio em teste contínuo e intermitente, e contribuição do metabolismo energético no futsal.”* Faz parte de um projeto de dissertação de mestrado (pós graduação) sobre Futsal. Esta pesquisa tem como objetivo verificar quanto o metabolismo energético dos praticantes de futsal contribui e quanto de energia em quilocalorias é gasto durante um jogo simulado e em atividades com bola. Ainda, observar o consumo de oxigênio (O₂) e resposta de lactato sanguíneo em teste contínuo de corrida em esteira e teste de corrida intermitente com recuperação em quadra (com pausas) e atividades com bola. Os participantes também passarão por uma avaliação antropométrica (peso, altura) e percentual de gordura corporal. A participação nessa pesquisa será voluntária e não acarretará nenhum custo, dano moral ou psicológico. Os riscos eventuais de dano físico são extremamente baixos, os mesmos da prática da modalidade, possibilidade de problemas musculares característicos da modalidade Futsal que podem ocorrer durante a prática dos treinamentos diários. Antes da realização dos testes será exigida uma declaração sobre a condição clínica para a prática de exercício físico. Os participantes receberão informações sobre todos os procedimentos utilizados e poderão deixar de realizar qualquer tipo de esforço no momento em que necessitarem ou desejarem, podendo ainda, retornarem em outra data futura, combinada com o responsável da pesquisa.

Se o Sr. se sentir suficientemente esclarecido sobre essa pesquisa, seus objetivos, eventuais riscos e benefícios, convido-o (a) a assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com o Sr. e outra com o pesquisador.

Bauru, ____ de _____ de 2015

Assinatura do Pesquisador Responsável
Nome: Henrique Santos da Silva

Assinatura do participante da pesquisa
Nome:

Dados sobre a Pesquisa:

Título do Projeto: *Relação entre frequência cardíaca e consumo de oxigênio em teste contínuo e intermitente, e contribuição do metabolismo energético no futsal.*

Pesquisador Responsável: Henrique Santos da Silva. **Cargo/função:** Prof. Mestrando (aluno de pós graduação)

Instituição: Universidade Estadual Paulista – UNESP.

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru - SP

Dados para Contato: fone 014 3103-6082 Ramal: 7601 e-mail: henriquesilva-ef@hotmail.com

Orientador(a): Prof. Dr. Julio Wilson dos Santos

Instituição: Universidade Estadual Paulista - UNESP

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru - SP

Dados para Contato: fone 014 3103-6082 Ramal: 7601 e-mail: santos@fc.unesp.br

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio Claro/SP

Telefone: (19) 35269678

Dados sobre o participante da Pesquisa:

Nome: _____

Doc. de Identidade: _____ Sexo: _____ Data de
Nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Telefone _____ para contato: _____ e-
mail: _____