

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

FRANCIMARA BUDAL ARINS

**EFEITO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A
PERFORMANCE DE JOGO, ÍNDICES FISIOLÓGICOS E
NEUROMUSCULARES EM ATLETAS DE ELITE DE FUTSAL
FEMININO**

FLORIANÓPOLIS, 2015

FRANCIMARA BUDAL ARINS

**EFEITO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A
PERFORMANCE DE JOGO, ÍNDICES FISIOLÓGICOS E
NEUROMUSCULARES EM ATLETAS DE ELITE DE FUTSAL
FEMININO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final para obtenção do título de doutora em Educação Física.

Orientador: Dr. Luiz Guilherme A. Guglielmo

Co-orientador: Dr. Ricardo Dantas de Lucas

FLORIANÓPOLIS, FEVEREIRO DE 2015.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Arins, Francimara Budal

Efeito de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade sobre a performance de jogo, índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de elite de futsal feminino / Francimara Budal Arins ; orientador, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo ; coorientador, Ricardo Dantas de Lucas. - Florianópolis, SC, 2015.

174 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. futsal feminino. 3. performance. 4. variáveis fisiológicas. 5. variáveis neuromusculares. I. Guglielmo, Luiz Guilherme Antonacci. II. de Lucas, Ricardo Dantas. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Francimara Budal Arins

EFEITO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A
PERFORMANCE DE JOGO, ÍNDICES FISIOLÓGICOS E
NEUROMUSCULARES EM ATLETAS DE ELITE DE FUTSAL
FEMININO

Esta Tese foi julgada adequada para obtenção do Título de “Doutora”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 19 de fevereiro de 2015.

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

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura (UEL)

Prof. Dr. Lorival José Carminatti (UDESC)

Prof^a. Dr^a. Rosane Carla Rosendo da Silva (UFSC)

Prof^a. Dr^a. Saray Giovana dos Santos (UFSC)

*Este trabalho é dedicado a toda equipe Barateiro Futsal
de Brusque, SC.*

“Seja a mudança que você quer ver no mundo”.

(Mahatma Gandhi)

AGRADECIMENTOS

A todas as Instituições que contribuíram para a elaboração e execução deste estudo:

À Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e ao Centro de Desportos (CDS);

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES);

A todos os membros da equipe **Barateiro Futsal** de Brusque, SC que acreditaram, participaram e contribuíram para este estudo.

Aos membros da banca pela ajuda no aprimoramento deste estudo:

Professor Dr. Fábio Yuzo Nakamura, por toda contribuição e atenção, desde a qualificação até a banca de defesa da tese.

Professora Dra. Saray Giovana dos Santos, por suas importantes contribuições realizadas sempre de forma sincera e amiga.

Professora Dra. Rosane Carla Rosendo da Silva, por me aceitar como seu “karma” e amiga, me inspirando sempre, nos caminhos da docência e da vida.

Professor Dr. Lorival José Carminatti, pela parceria inigualável, desde o momento inicial de desenvolvimento do projeto, conhecimento, coletas de dados, trocas de ideias, e finalmente, por ter confiado a mim a análise de dois dos seus modelos de TIAI.

Professor Dr. Ricardo Dantas de Lucas, por sua amizade e ajuda constante e incansável durante toda a minha formação no processo de doutorado.

Professor Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, excelente orientador e grande amigo. Não conseguirei transmitir em palavras meu agradecimento sincero pela acolhida no LAEF e no doutorado. Obrigada também por todos os ensinamentos ao longo do nosso convívio, que foram indescritíveis. Sua liderança impecável e seu bom humor nos contagiavam sempre. Você é fonte de inspiração para quem tem o prazer de trabalhar e conviver ao seu lado. Fica aqui registrado o meu muito obrigada eterno.

Aos amigos do LAEF, pela troca de ideias, muita ajuda e amizade, que fizeram desses anos momentos especiais.

Aos meus amigos do coração e parceria forte Dani, Dal Pupo, Naia, Pri, Ju, Jol, Andy e PC.

À minha família, Lalo, Dete e Quique, por me ajudarem a ser quem sou, e pelo amor infinito que preenche a minha vida.

Ao amor das minhas vidas Coelho, o meu maior parceiro, sempre ao meu lado, mesmo nos momentos em que mais ninguém está por perto.

Ao Papai do Céu, pela minha vida e tudo o que ela proporciona. Amém.

RESUMO

O objetivo principal deste estudo do tipo pré-experimental foi analisar os efeitos de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) aplicados durante cinco semanas na performance de jogo, índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de elite de futsal feminino. Participaram da pesquisa 16 jogadoras pertencentes às categorias adulto, sub-20 e sub-17 (idade = 19 ± 2 anos; estatura = $161,5 \pm 4,6$ cm; massa corporal = $58,7 \pm 7,9$ kg). O modelo TIAI_{7,5x7,5} (n = 7), consistiu de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, possuindo uma relação esforço:pausa de 1:1 (7,5 x 7,5 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo pico de velocidade obtido no *Futsal Intermittent Endurance Test* (PV_{FJET}). O TIAI_{15x15} (n = 9) consistiu de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, tendo relação esforço:pausa de 1:1 (15 x 15 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV_{FJET}. Os pré e pós-testes foram compostos por avaliações de laboratório, de campo e de performance em jogo simulado que foi realizada por meio da análise cinemática dos deslocamentos pelo sistema de *tracking computacional*. As avaliações de laboratório foram realizadas como descrito a seguir: 1) avaliação antropométrica; 2) protocolo submáximo na esteira rolante para determinação da economia de corrida (EC); 3) teste incremental na esteira rolante para a

determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), velocidade correspondente ao VO_{2max} (vVO_{2max}), pico de velocidade na esteira (PV_{TIER}) e velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica ($vLTF2$); 4) testes na plataforma de força para a determinação dos saltos verticais: *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ); 5) testes máximos no dinamômetro isocinético, para a determinação dos torque máximos concêntrico e excêntrico dos músculos extensores e flexores do joelho (PT). As avaliações de campo foram realizadas conforme descrito a seguir: 1) *Futsal Intermittent Endurance Test* para determinação do pico de velocidade (PV_{FIET}); 2) *Maximal shuttle run test* (40-m MST) para determinação do melhor tempo (MT), tempo médio (TM) e índice de fadiga (IFF). A análise de variância ANOVA modelo misto (grupo vs. tempo) foi usada para analisar as diferenças entre os grupos ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) e entre os períodos pré e pós-intervenção, assim como a interação entre estes fatores. O teste *post-hoc* de Bonferroni foi aplicado nos casos em que foram observadas diferenças. O nível de significância adotado foi fixado em $p \leq 0,05$. Adicionalmente, para analisar a magnitude dos efeitos causados pelo treinamento foi calculado o *Effect Size* (ES). Em relação à performance de jogo, o deslocamento em forma de *sprint*, foi maior para o grupo $TIAI_{15 \times 15}$ (ES = grande) que para o $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ (ES = pequeno). Em relação às variáveis de potência aeróbia, somente os valores PV_{FIET} e o PV_{TIER} apresentaram aumentos significantes em relação ao tempo ($F =$

24,735; $p \leq 0,001$ e $F = 24,945$; $p \leq 0,001$, respectivamente) para os dois grupos. A vLTF2 foi o único índice de capacidade aeróbia que exibiu diferença significativa ($F = 90,363$, $p \leq 0,001$) em relação ao tempo para os dois modelos de TIAI, sendo que a EC apresentou melhoras práticas somente para o TIAI_{15x15} (ES = 0,68; moderado). Em relação ao desempenho anaeróbio, o MT reduziu de forma significativa ($F = 6,815$, $p = 0,002$) somente para o grupo TIAI_{15x15}. Os índices de potência muscular de membros inferiores (CMJ e SJ) apresentaram aumento significativo ($F = 19,387$; $p \leq 0,001$ e $F = 11,499$; $p = 0,004$, respectivamente) em relação ao tempo para os dois modelos de TIAI. A respeito das variáveis de torque dos músculos extensores do joelho, o PT_{ECC-EXT} apresentou aumento significativo ($F = 5,962$, $p = 0,028$) em relação ao tempo (pré vs. pós) somente para o grupo TIAI_{15x15}. Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que um curto período de aplicação dos dois modelos de TIAI pode causar melhoras na capacidade e potência aeróbia e anaeróbia, na potência muscular de membros inferiores e nos valores de força máxima excêntrica e concêntrica dos músculos extensores do joelho, em jogadoras de futsal. Porém, destaca-se que o modelo de TIAI_{15x15}, mostrou-se mais eficiente para provocar mudanças de caráter prático nas variáveis neuromusculares (CMJ, PT_{CON-EXT}, PT_{ECC-EXT}, PT_{CON-FLE}), e anaeróbia MT, o que pode ter refletido na melhora da EC, PV e, principalmente, nas variáveis de performance corrida de alta intensidade ($15,5 < V \leq 18,3 \text{ km.h}^{-1}$) e *sprint* ($V > 18,4 \text{ km.h}^{-1}$) registradas durante a partida simulada de futsal.

Palavras-chave: futsal feminino, performance, variáveis fisiológicas, variáveis neuromusculares.

ABSTRACT

The aim of the present study, with pre-experimental design, was to analyze the effects of two high-intensity interval training models (HIT) applied during five weeks in game performance, physiological and neuromuscular indices in female futsal elite athletes. Took part of the study 16 professional players from U-20 and U-17 categories (age = 19 ± 2 years, height = 161.5 ± 4.6 cm; body mass = 58.7 ± 7.9 kg). The HIT_{7.5x7.5} model (n = 7), consisted of four series of four minutes of effort and three minutes of passive recovery, characterizing an exercise rest ratio of 1: 1 (7.5 x 7.5 seconds). On the other hand, the HIT_{15x15} (n = 9) consisted of four series of four minutes of effort with three minutes of passive recovery between them and have an exercise rest ratio of 1: 1 (15 x 15 sec). The distances (3.75 seconds of time between each beep) of the both training model were individualized by the peak velocity obtained in Futsal Intermittent Endurance Test (PV_{FJET}). Pre- and post-tests were composed of lab and field evaluations and performance in a simulated game that was performed by the kinematic analysis of movements by computer tracking system. The laboratory assessments were performed as follows: 1) anthropometric measurements; 2) submaximal protocol in a treadmill to determine the running economy (RE); 3) incremental test on a treadmill to determine the maximal oxygen consumption (VO₂max), the speed at VO₂max (vVO₂max), peak velocity on treadmill (PV_{TRE}) and the speed corresponding to the second physiological transition threshold (vLTF2); 4) tests on the force platform for the determination of

vertical jumps: squat jump (SJ) and counter movement jump (CMJ); 5) maximum tests at the isokinetic dynamometer to determine the concentric and eccentric maximum torque of the extensor and flexor muscles of the knee (PT). The field evaluations were performed as follows: 1) Futsal Intermittent Endurance Test to determine the peak velocity (PV_{FIET}); 2) Maximal shuttle run test (40-m MST) to determine the best time (BT), average time (AT) and fatigue index (FI). The ANOVA mixed model analysis of variance (group x time) was used to analyze differences between groups ($HIT_{7,5 \times 7,5}$ vs. $HIT_{15 \times 15}$) and between the pre and post intervention, as well as the interaction between these factors. The post-hoc Bonferroni test was applied when necessary. Statistical significance was set at $p < 0.05$ for all analyses. In addition, the Effect Size (ES) was used to analyze the magnitude of the differences induced by the training programs. In relation to the game performance, the time spent in form of sprint, was higher for $HIT_{15 \times 15}$ group (ES = large) than for $HIT_{7,5 \times 7,5}$ (ES = small). Regarding aerobic power values, only PV_{FIET} and PV_{TRE} results showed significant increases over time ($F = 24.735$; $P \leq 0.001$ and $F = 24.945$, $P \leq 0.001$, respectively) for both groups. The $vLTF2$ was the only aerobic capacity index that presented significant difference ($F = 90.363$, $P \leq 0.001$) with respect to time for both HIT models, and the RE presented practical improvements only for $HIT_{15 \times 15}$ group (ES = 0.68; moderate). Concerning the anaerobic performance, the AT significantly reduced ($F = 6.815$, $p = 0.002$) only for $HIT_{15 \times 15}$

group. The muscle power indexes of the lower limbs (CMJ and SJ) showed a significant increase ($F = 19.387$, $p \leq 0.001$ and $F = 11.499$, $p = 0.004$, respectively) with respect to time for the two HIT models. Regarding torque variables of the knee extensor muscles, the $PT_{ECC-EXT}$ showed significant increase ($F = 5.962$, $p = 0.028$) with respect to time (pre vs. post) only for HIT_{15x15} group. Based on the results of the present study, it can be concluded that a short period of HIT can induce improvements in capacity and aerobic and anaerobic power, muscle power of lower limbs and in the maximum force eccentric and concentric values of the knee extensor muscles in female futsal players. However, it is emphasized that the HIT_{15x15} model was more efficient to induce practical changes over the neuromuscular (CMJ, $PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$, $PT_{CON-FLE}$), and anaerobic (MT) variables, which may have reflected in the improvement of the RE, PV, and mainly in high intensity ($15.5 < V \leq 18.3$ km h⁻¹) and sprint running ($V > 18.4$ km h⁻¹) performance recorded during the simulated futsal game.

Key words: female futsal, performance, physiological variables, neuromuscular variables.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Cronograma de visita aos laboratórios para avaliações das jogadoras de futsal da categoria adulto, sub20 e sub17.....	59
Quadro 2. Cronograma das avaliações de campo das 20 jogadoras de futsal da categoria adulto, sub20 e sub17.....	60
Quadro 3. Descrição do modelo 1 para referência de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI _{7,5x7,5}) com 4 séries de 4 minutos de esforço por 3 minutos de recuperação passiva	64
Quadro 4. Descrição do modelo 2 para referência de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI _{15x15}) com 4 séries de 4 minutos de esforço por 3 minutos de recuperação passiva.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática do <i>design</i> do estudo.....	58
Figura 2. Visualização esquemática da disposição dos subgrupos na quadra para realização simultânea dos dois modelos de treinamento (TIAI _{7,5x7,5} vs. TIAI _{15x15}).....	62
Figura 3. Visualização do modelo 1 de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI _{7,5x7,5}): 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa.....	63
Figura 4. Visualização do modelo 2 de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI _{15x15}): 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa.....	66
Figura 5. Ilustração da realização do SJ (BOSCO, 1999).....	76
Figura 6. Ilustração da realização do CMJ (BOSCO, 1999).....	77
Figura 7. Esquema ilustrativo do <i>futsal intermittent endurance test</i> (FIET).....	80
Figura 8. Esquema ilustrativo do perfil do protocolo do <i>futsal intermittent endurance test</i> (FIET) (CASTAGNA et al., 2010).....	81
Figura 9. Esquema ilustrativo do maximal <i>shuttle run test</i> (40-m MST).....	83
Figura 10. Área de cobertura das câmeras durante as duas partidas simuladas.....	85
(pré e pós-TIAI).....	85
Figura 11. Seleção da região de interesse a ser analisada (acima) e cálculo e extração do fundo de quadra (abaixo) das sequências de imagens de uma das câmeras.....	88
Figura 12. Binarização dos elementos restantes após a extração do fundo de quadra das sequências de imagens de uma das câmeras.....	89
Figura 13. Escala 0-10 de Foster et al. (2001).....	91
Figura 14. Valores de FC (bpm) registrados durante as 10 sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) propostos por Carminatti (2014) em relação à FC máxima obtida no <i>Futsal Intermittent Endurance Test</i> (FIET).....	97
Figura 15. Valores de PSE da sessão (produto da duração total da sessão pelo score apontado na escala PSE CR-10) obtidos nas 10 sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) propostos por Carminatti (2014).....	99
Figura 16. Visualização dos valores de concentração de lactato sanguíneo [Lac] coletados durante uma sessão dos dois modelos de TIAI (TIAI _{7,5x7,5} vs. TIAI _{15x15}).....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de FC registrados durante as 10 sessões dos dois modelos de TIAI.....	96
Tabela 2. Valores de PSE obtidos durante as 10 sessões dos dois modelos TIAI.....	98
Tabela 3. Valores de [Lac] coletados durante as segunda e décima sessões dos dois modelos de TIAI.....	100
Tabela 4. Deslocamento das jogadoras de futsal nas partidas pré e pós-TIAI.....	103
Tabela 5. <i>Effect Size</i> e mudança absoluta e relativa das variáveis de deslocamento das jogadoras de futsal nas partidas pré e pós-TIAI.....	105
Tabela 6. Variáveis fisiológicas aeróbias e anaeróbias mensuradas no pré e pós-TIAI.....	108
Tabela 7. <i>Effect Size</i> e mudança absoluta e relativa das variáveis fisiológicas obtidas no pré e pós-TIAI.....	110
Tabela 8. Variáveis neuromusculares mensuradas no pré e pós-TIAI.....	112
Tabela 9. <i>Effect Size</i> e mudança absoluta e relativa das variáveis neuromusculares obtidas no pré e pós-TIAI.....	114

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

[Lac]	Concentração de lactato sanguíneo
CMJ	<i>Counter Movement Jump</i>
DPP	Distância parcial percorrida
DT	Distância total percorrida
EC	Economia de corrida
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
FIET	<i>Futsal Intermittent Endurance Test</i>
IFF	Índice de fadiga
40-m MST	<i>Maximal Shuttle Run Test</i>
MT	Melhor tempo
PSE	Percepção subjetiva de esforço
PT	Pico de torque
PT _{CON-EXT}	Pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho
PT _{CON-FLE}	Pico de torque concêntrico dos músculos flexores do joelho
PT _{ECC-EXT}	Pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho
PT _{ECC-FLE}	Pico de torque excêntrico dos músculos flexores do joelho
PV _{FIET}	Pico de velocidade obtido no <i>Futsal Intermittent Endurance Test</i>
PV _{TIER}	Pico de velocidade obtido no teste incremental em esteira rolante
SJ	<i>Squat jump</i>
TIAI _{15x15}	Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa.
TIAI _{7,5x7,5}	Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa
TM	Tempo médio

vLTF2	Velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica
VO ₂ max	Consumo máximo de oxigênio
vVO ₂ max	Velocidade correspondente ao VO ₂ max

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Situação problema.....	1
1.2 Objetivo geral.....	8
1.3 Objetivos específicos.....	9
1.4 Justificativa.....	10
1.5 Hipóteses estatísticas.....	12
1.6 Variáveis do estudo: definição e classificação.....	13
1.7 Delimitação do estudo.....	22
1.8 Limitações do estudo.....	22
2. REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1 Caracterização fisiológica e neuromuscular do futsal.....	25
2.2 Treinamento intervalado de alta intensidade no futsal.....	34
2.3 <i>Futsal Intermittent Endurance Test</i> (FIET) e pico de velocidade (PV)....	42
3. MATERIAIS E MÉTODO	53
3.1 Modelo do estudo.....	53
3.2 Participantes do estudo.....	55
3.3 Design pré-experimental.....	56
3.4 Protocolos de treinamento.....	60
3.5 Protocolos de laboratório.....	71
3.6 Protocolos de campo.....	79
3.7 Partidas simuladas.....	83
3.8 Monitoramento da carga interna.....	90
3.9 Análise estatística.....	92
4. RESULTADOS	95
4.1 Carga interna do treinamento.....	95
4.2 Performance de jogo simulado.....	102
4.3 Variáveis fisiológicas.....	106
4.4 Variáveis neuromusculares.....	111
5. DISCUSSÃO	115
5.1 Carga interna de treinamento.....	115
5.2 Performance em jogo simulado.....	120
5.3 Variáveis fisiológicas.....	124
5.4 Variáveis neuromusculares.....	133
6. CONCLUSÕES	139
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
ANEXO	165
APÊNDICE	169

1. INTRODUÇÃO

1.1 Situação problema

Apesar de sua popularidade mundial e status competitivo existem poucos estudos que investigaram o futsal, conseqüentemente, as demandas fisiológicas e neuromusculares requeridas dos atletas dessa modalidade ainda não são totalmente conhecidas (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2009; DROGAMACCI; WATSFORD; MURPHY, 2011; RODRIGUES et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2015). Além disso, trabalhos recentes ressaltaram que há um número muito restrito de pesquisas que tiveram como objetivo investigar o futsal feminino (MARTIN-SILVA et al., 2005; KARAHAN, 2012; BERDEJO-DEL-FRESNO, 2014).

Por ser um esporte coletivo caracterizado pela realização de esforços intermitentes de intensidades elevadas, intercalados com períodos de recuperação variáveis durante as partidas, o futsal sob o ponto de vista fisiológico, é uma modalidade equilibrada, na qual o nível de performance de seus atletas depende tanto de variáveis relacionadas ao metabolismo aeróbio quanto anaeróbio (MEDINA et al., 2002; BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN, MÉNDEZ-VILLANUEVA, 2005; CASTAGNA et al., 2009; CASTAGNA; BARBERO ÁLVAREZ, 2010; DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011), sendo que a razão esforço:pausa

durante as partidas é de aproximadamente 1:1 (BARABERO ÁLVAREZ; ANDRÍN, 2005; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008).

Para execução de esforços máximos e de curta duração (chutes, cabeceios), a energia é proveniente principalmente do sistema ATP-CP, enquanto que nas sequências de situações de transição ataque-defesa e contra ataques sucessivos, o metabolismo anaeróbio láctico é o principal responsável pela manutenção das ações. Por sua vez, durante o decorrer do período total de partida a via aeróbia possui uma participação expressiva que fica por volta de 90 % (MEDINA et al., 2002; BARBERO ÁLVAREZ; BARBERO ÁLVAREZ, 2003; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008).

Castagna et al. (2009) verificaram que os atletas de futsal permanecem grande parte do jogo realizando atividades em intensidade elevada, sendo que em 46 % do tempo os valores encontram-se acima de 80 % do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), enquanto que esse percentual aumenta para 52 % do tempo acima de 90 % da frequência cardíaca máxima (FCmax). Além dos aspectos fisiológicos, é necessário elucidar que para executar o padrão de movimentação requerido pela modalidade durante os treinamentos e as partidas, que provoca inúmeras mudanças de direção, com constantes acelerações e desacelerações, é imprescindível que o jogador apresente elevados níveis de potência muscular (FERREIRA et al., 2009; GOROSTIAGA et al., 2009).

Por meio da análise de movimento, pesquisas demonstraram que os períodos decisivos em uma partida de esportes coletivos são precedidos por corridas rápidas e de intensidade elevada (10 - 30 metros ou 2 - 4 segundos), sendo que atletas profissionais passam, aproximadamente, 5 - 12 % do tempo de jogo realizando corridas de alta intensidade ($> 15 \text{ km.h}^{-1}$), destacando a importância do treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) para atletas de futsal (SPENCER, BISHOP; DAWSON, 2005; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008). Nesse sentido, Castagna e Barbero Álvarez (2010) observaram que a habilidade de realizar exercícios intermitentes de alta intensidade é um fator decisivo da performance no futsal, ressaltando novamente a importância do TIAI na modalidade. Porém, estudos demonstram que o rendimento alcançado durante esse modelo de treinamento depende da duração dos períodos de recuperação (GAITANOS et al., 1993; BANGSBO, 1994) e da atividade realizada (DORADO GARCIA et al., 1999).

Desse modo, Tomlin e Wenger (2001) reportaram que valores elevados de VO_2max podem ser determinantes da capacidade de restaurar fosfagênios entre os exercícios intermitentes de alta intensidade. Assim, o VO_2max é capaz de discriminar diferentes níveis competitivos de atletas de futsal (BARBERO ÁLVAREZ; D'OTTAVIO; CASTAGNA, 2006; CASTAGNA et al., 2009), destacando a sua importância para a performance na modalidade. Além disso, alguns estudos indicaram que jogadores com maiores valores de potência

aeróbia podem ser mais econômicos para realizar as ações solicitadas, o que resulta em maior manutenção de performance durante o tempo total das partidas (BARBERO ÁLVAREZ; BARBERO ÁLVAREZ, 2003; BARBERO ÁLVAREZ, ANDRÍN E MÉNDEZ-VILLANUEVA, 2005; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2009; CASTAGNA et al., 2009).

Nesse sentido, o TIAI, que pode ser definido como o estímulo que envolve qualquer esforço entre um e quatro minutos de duração na intensidade de 85 - 100 % do VO_2max (BILLAT et al., 2001a), com períodos de recuperação similar ou maior que o tempo de esforço, torna-se um método muito interessante para ser aplicado por preparadores físicos de modalidades como o futsal, a fim de melhorar a performance dos atletas.

Segundo Midgley et al. (2006), esse modelo de treinamento contribui para o desenvolvimento da capacidade e potência aeróbia em períodos relativamente breves de tempo, pois proporciona ganhos relacionados às adaptações centrais (aumento do volume sistólico que gera uma elevação no débito cardíaco e conseqüentemente nos valores de VO_2max) e periféricas (melhora da capacidade de trabalho para ressintetizar e utilizar ATP). Dellal et al. (2010) também relataram que o treinamento intervalado solicita o uso do metabolismo aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia e ainda estimula as adaptações neuromusculares.

Em um estudo clássico, Helgerud et al. (2001) verificaram que 16 sessões de TIAI (quatro repetições de quatro minutos na

zona de intensidade de esforço de 90 – 95 % da FCmax por três minutos de recuperação a 50 - 60 % da FCmax), realizado duas vezes por semana proporcionou o aumento significativo do VO₂max (10,8 %), do segundo limiar de transição fisiológica (LTF2 = 16 %) e da economia de corrida (EC = 6,7 %) em jogadores juniores de futebol, resultando na melhora tanto da capacidade como da potência aeróbia.

Recentemente, Carminatti (2014) propôs dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) baseados no pico de velocidade (PV) obtido no *Futsal Intermittent Endurance Test* (FIET), que é um teste de campo peculiar para avaliar a performance de jogadores de futsal, visto que o mesmo fornece dados relevantes sobre as características fisiológicas e neuromusculares indispensáveis para a realização de exercício intermitente em intensidade elevada (≥ 90 % da FCmax) de acordo com as demandas de jogo da modalidade (BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN; MÉNDEZ-VILLANUEVA, 2005; BARBERO ÁLVAREZ; MILADI; AHMAIDI, 2006; CASTAGNA; BARBERO ÁLVAREZ, 2010). Adicionalmente, o mesmo envolve constantemente a ação muscular excêntrica, como as desacelerações nas mudanças de direção, que ocorrem frequentemente durante os esportes intermitentes (CURREL; JEUKENDRUP, 2008), incluindo o futsal.

É importante destacar que as respostas fisiológicas do TIAI realizado em linha reta já foram estudadas (DELLAL, 2008), porém as possíveis diferenças causadas devido às mudanças de

direção, que são fundamentais para a performance no futsal, ainda não estão esclarecidas (DELLAL et al., 2010). Quando comparado à corrida em linha reta, as corridas com mudanças de direção podem influenciar na musculatura envolvida, resultando assim no aumento do consumo de energia, o que resulta em respostas fisiológicas mais expressivas (DELLAL; GROSSEGEORGE, 2006; AKENHEAD et al., 2015).

De acordo com Brughelli et al. (2008), a performance durante as corridas com mudança de direção é dependente dos níveis de potência muscular do indivíduo, visto que, as mesmas são compostas por acelerações e desacelerações frequentes, as quais envolvem constantemente a ação muscular excêntrica. Adicionalmente, Dellal et al. (2010), ao compararem dois modos de exercício realizados de forma intermitente com mudança de direção (180°) e em linha reta por jogadores de alto nível de futebol, observaram que os valores de percepção subjetiva do esforço (PSE), FC e concentração de lactato sanguíneo foram significativamente maiores para o modelo com mudança de direção. Isso ocorreu porque para voltar a acelerar durante a mudança de direção os indivíduos solicitam essencialmente o metabolismo anaeróbico e as fibras musculares de contração rápida que, quando comparadas às de contração lenta, apresentam maior conteúdo de enzimas glicolíticas e menor de enzimas oxidativas (ESSEN; HAGENFELDT; KAIJSER, 1997).

Os modelos de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) propostos por Carminatti (2014) foram baseados nas análises das demandas

de partidas de futsal, sendo que os dois apresentam similaridades no que diz respeito ao tempo de cada série (aproximadamente 4 minutos), relação esforço:pausa (1:1) e distância relativa ($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$), porém com intensidade de corrida ($\text{TIAI}_{7,5\times7,5} = 86-91 \% \text{PV}_{\text{FIET}}$ vs. $\text{TIAI}_{15\times15} = 83-88 \% \text{PV}_{\text{FIET}}$) e número de mudanças de direção ($\text{TIAI}_{7,5\times7,5} = 1$ vs. $\text{TIAI}_{15\times15} = 3$) distintos. No primeiro modelo ($\text{TIAI}_{7,5\times7,5}$), cada repetição é constituída por uma mudança de direção, duas acelerações e uma desaceleração, por sua vez, no segundo modelo ($\text{TIAI}_{15\times15}$), cada repetição apresenta três mudanças de direção, quatro acelerações, e três desacelerações. Ainda, em cada sessão (quatro séries) de treinamento, o $\text{TIAI}_{7,5\times7,5}$ possui 136 acelerações, 68 desacelerações e 68 mudanças de direção, enquanto que o $\text{TIAI}_{15\times15}$ possui 144 acelerações, 108 desacelerações e 108 mudanças de direção. Essas diferenças, principalmente no que diz respeito às 40 desacelerações a mais previstas no segundo modelo ($\text{TIAI}_{15\times15}$), possivelmente geram uma sobrecarga fisiológica e neuromuscular mais expressiva devido a maior quantidade de concentrações excêntricas envolvidas nessas ações. Além disso, espera-se que os diferentes modelos de TIAI possam provocar níveis distintos de mudanças nas variáveis de performance das atletas de futsal mensuradas durante as partidas (distância total percorrida - DT e distâncias parciais percorridas - DPP).

Assim, considerando que o futsal é caracterizado pela execução de esforços intermitentes de intensidades elevadas

com inúmeras mudanças de direção, as quais envolvem constantes ações musculares excêntricas, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: Qual dos modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) é mais eficaz para aprimorar as variáveis de performance de jogo, fisiológicas e neuromusculares em atletas de futsal feminino?

A partir dessas observações e considerando que as corridas com uma mudança de direção, em comparação com as corridas com três mudanças de direção, solicitam um maior gasto energético e necessitam de um nível de potência muscular elevado para ser realizada, devido às constantes contrações excêntricas envolvidas nas mudanças de direção, a hipótese principal desta pesquisa é que o modelo de TIAI_{15x15} promoverá maiores ganhos nos índices fisiológicos e neuromusculares analisados no presente estudo, resultando em um maior aprimoramento na performance de jogo.

1.2 Objetivo geral

Analisar os efeitos de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) aplicados durante cinco semanas na performance de jogo, índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de elite de futsal feminino.

1.3 Objetivos específicos

- Comparar os valores de carga interna de treinamento por meio da resposta da FC, da percepção subjetiva de esforço (PSE) e da concentração de lactato sanguíneo [Lac] entre os dois modelos de TIAI;
- Comparar os efeitos dos dois modelos de TIAI sobre as variáveis de performance das partidas (DT e DPP), obtidas por meio do método *tracking computacional*;
- Comparar os efeitos dos dois modelos de TIAI sobre as variáveis fisiológicas aeróbias (PV_{FIET} , VO_{2max} , velocidade correspondente ao VO_{2max} (vVO_{2max}), PV_{TIER} , $vLTF2$, EC);
- Comparar os efeitos dos dois modelos de TIAI sobre a performance anaeróbia (melhor tempo (MT), tempo médio (TM), índice de fadiga (IFF));
- Comparar os efeitos dos dois modelos de TIAI sobre as variáveis neuromusculares de potência muscular de membros inferiores por meio da performance dos saltos: *counter movement jump* (CMJ) e *squat jump* (SJ);
- Comparar os efeitos dos dois modelos de TIAI sobre o pico de torque concêntrico (PT_{CON}) e excêntrico (PT_{ECC}) dos músculos extensores e flexores do joelho;

1.4 Justificativa

A identificação das exigências fisiológicas e neuromusculares impostas aos jogadores de futsal durante as partidas é fundamental para a formulação das estratégias da equipe durante a temporada, pois contribuem de forma decisiva para que a comissão técnica elabore um programa de treinamento apropriado e adaptado às necessidades específicas do esporte (CASTAGNA et al., 2009).

Nesse sentido, Ferreira et al. (2009) e Gorostiaga et al. (2009) realçaram a importância na busca do conhecimento sobre os modelos de treinamentos adequados para o desenvolvimento do padrão de movimentação requerido pela modalidade, que é constituído de inúmeras mudanças de direção com constantes acelerações e desacelerações.

Contudo, apesar da aplicação usual dos treinamentos intervalados de alta intensidade na periodização de atletas de diferentes modalidades, é possível notar ainda, a ausência de informações sobre a análise dos efeitos particulares desse método sobre os parâmetros fisiológicos, neuromusculares e de performance de atletas profissionais de futsal, principalmente no que se refere ao futsal feminino devido à inexistência de estudos desse modelo, ratificando a relevância da realização desta pesquisa.

Nesse sentido, é importante destacar que as respostas do treinamento intervalado de alta intensidade realizado em linha reta têm sido amplamente estudadas (BILLAT, 2001a; BILLAT, 2001b; DELLAL, 2008), porém, as possíveis diferenças causadas devido às mudanças de direção, que são fundamentais para a performance no futsal, também não estão suficientemente esclarecidas (DELLAL et al., 2010; HADER et al., 2014).

Desse modo, o presente estudo irá suprir essa lacuna, por meio da análise de dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) baseados nas demandas específicas do futsal feminino que ainda não foram investigados pela literatura científica. Esses modelos possuem números de desacelerações bruscas diferentes em função de mudanças de direção de 180° (1 vs. 3), as quais poderão produzir modificações fisiológicas e neuromusculares que ainda não foram analisadas, que irão influenciar positivamente na performance das atletas durante as partidas. Essas diferenças existentes em relação às 40 desacelerações a mais presentes no modelo TIAI_{15x15}, quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5}, provavelmente produzirão uma sobrecarga fisiológica e neuromuscular mais significativa devido ao maior número de desacelerações envolvidas no movimento.

É pertinente destacar que este é o primeiro estudo que pretende realizar a análise das respostas pertinentes a cada modelo de TIAI, capazes de provocar modificações distintas sobre os índices fisiológicos aeróbios e anaeróbios, e sobre as variáveis neuromusculares de potência muscular de membros

inferiores e de torque dos músculos extensores e flexores do joelho, devido as respostas originadas pelas mudanças de direção peculiares a cada modelo, as quais são compostas por ações musculares excêntricas mais frequentes.

Assim, o presente trabalho visa fornecer informações capazes de esclarecer qual modelo de treinamento ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) é o mais eficiente para aprimorar as variáveis fisiológicas, neuromusculares e de performance em jogo simulado (*tracking computacional*) em atletas de futsal feminino, servindo de referência para auxiliar os profissionais da modalidade na elaboração de um programa de treinamento adequado que atenda as necessidades particulares do esporte.

1.5 Hipóteses estatísticas

H₁: A [Lac] da segunda sessão de treinamento será maior no grupo $TIAI_{15 \times 15}$, quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$;

H₂: A DT percorrida serão maiores no grupo $TIAI_{15 \times 15}$, quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$;

H₃: O PV_{FIET} e o PV_{TIER} serão maiores no grupo $TIAI_{15 \times 15}$, quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$;

H₄: A $vLTF2$ será maior no grupo $TIAI_{15 \times 15}$, quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$;

H₅: A EC será menor no grupo $TIAI_{15 \times 15}$, quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$;

H₆: O MT será menor no grupo TIAI_{15x15}, quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5};

H₇: O CMJ será maior no grupo TIAI_{15x15}, quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5};

H₈: O PT_{ECC-EXT} será maior no grupo TIAI_{15x15}, quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5};

1.6 Variáveis do estudo: definição e classificação

1.6.1 Variáveis independentes

- Dois modelos de treinamentos (TIAI_{7,5x7,5} e TIAI_{15x15})

Conceitual: ambos os modelos podem ser definidos como o estímulo que envolve qualquer esforço entre um e quatro minutos de duração na intensidade ente 85 - 100 % do VO₂max (BILLAT, 2001a).

Operacional: 1) o primeiro modelo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5}), consiste de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em uma relação esforço:pausa de 1:1 (7,5 x 7,5 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV_{F1ET}; 2) o segundo modelo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{15x15}) consiste de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em

uma relação esforço:pausa de 1:1 (15 x 15 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV_{F1ET} .

1.6.2 Variáveis dependentes

- Percepção subjetiva de esforço (PSE)

Conceitual: a PSE pode ser entendida como uma integração de sinais periféricos e centrais, que interpretados pelo córtex sensorial, produzem uma percepção geral ou local do empenho para a realização de uma tarefa (BORG, 1982).

Operacional: percepção subjetiva analisada por meio da escala de percepção subjetiva de esforço CR-10 de Borg et al. (1982), adaptada por Foster et al. (2001).

- Distância total percorrida (DT)

Conceitual: A DT representa o deslocamento total realizado em qualquer velocidade por jogadora durante uma partida de futsal, expressa em metros.

Operacional: A DT (m) foi calculada por meio de uma rotina específica, considerando a soma cumulativa do deslocamento entre dois frames consecutivos, que foi obtida por meio do *software* DVide de sistema de rastreamento automático (*tracking computacional*) (BUENO et al., 2014).

- Distância parcial percorrida (DPP)

Conceitual: A DPP representa o deslocamento total realizado em faixas de velocidades específicas por jogadora durante uma partida de futsal, expressa em metros (Castagna et al., 2009).

Operacional: Para identificação da DPP foi realizada uma divisão de faixas de velocidade durante as partidas de acordo com o proposto por Castagna et al. (2009) e Bueno et al. (2014), como descrito na sequência: 1) parado ou andando ($0,0 \leq V1 \leq 6,0 \text{ km.h}^{-1}$); 2) corrida de baixa intensidade ($6,1 < V2 \leq 12,0 \text{ km.h}^{-1}$); 3) corrida de média intensidade ($12,1 < V3 \leq 15,4 \text{ km.h}^{-1}$); 4) corrida de alta intensidade ($15,5 < V4 \leq 18,3 \text{ km.h}^{-1}$); e 5) *sprint* ($V5 > 18,4 \text{ km.h}^{-1}$).

- Pico de velocidade obtido no *Futsal Intermittent Endurance Test* (PV_{FIET})

Conceitual: O pico de velocidade (PV) é a máxima velocidade de corrida encontrada em testes progressivos de laboratório ou de campo (NOAKES, 1988).

Operacional: O PV_{FIET} será considerado como a maior velocidade obtida no *futsal intermittent endurance test* (FIET), expressa em km.h^{-1} .

- Economia de corrida (EC)

Conceitual: representa o consumo de oxigênio (VO_2) para uma dada velocidade submáxima de corrida (DANIELS, 1985).

Operacional: a EC será determinada por meio dos valores do VO_2 obtidos em um teste submáximo em esteira rolante realizado no laboratório na intensidade de 8 km.h^{-1} , expressa em $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

- Consumo máximo de oxigênio ($VO_{2\text{max}}$)

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

Operacional: o $VO_{2\text{max}}$ será obtido no teste incremental máximo em esteira rolante realizado no laboratório com base nos critérios propostos Basset e Howley (2000), Laursen et al. (2002) e Silva e Torres (2002), expresso em L.min^{-1} ou $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.

- Velocidade correspondente ao $VO_{2\text{max}}$ ($vVO_{2\text{max}}$)

Conceitual: representa a menor velocidade (corrida e natação) ou potência (ciclismo estacionário) na qual o $VO_{2\text{max}}$ é atingido durante um teste incremental (BILLAT et al., 1995).

Operacional: a menor velocidade de corrida na qual ocorrerá o $VO_{2\text{max}}$ durante o teste incremental máximo em esteira rolante realizado no laboratório, expressa em km.h^{-1} .

- Pico de velocidade obtido no teste incremental em esteira rolante (PV_{TIER})

Conceitual: O pico de velocidade (PV) é a máxima velocidade de corrida encontrada em testes progressivos de laboratório ou de campo (NOAKES, 1988).

Operacional: O PV_{TIER} será considerado como a maior velocidade obtida teste incremental em esteira rolante (TIER), expressa em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

- Frequência cardíaca máxima (FCmax)

Conceitual: a FCmax pode ser definida como o valor mais elevado da FC que o indivíduo pode atingir num esforço máximo até o ponto de exaustão (WILMORE; COSTILL, 2001).

Operacional: a FCmax será identificada como a maior média de cinco segundos obtida durante o teste incremental máximo em esteira rolante realizado no laboratório, expressa em bpm.

- Velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica ($vLTF2$)

Conceitual: o segundo limiar de transição fisiológica ($vLTF2$) representa a máxima fase estável de lactato (MFEL), definida como a maior intensidade de exercício na qual ocorre o equilíbrio entre a produção e a remoção de lactato do sangue (FARREL et al., 1979).

Operacional: para a determinação da $vLTF2$, primeiramente se encontra a menor relação entre concentração de lactato sanguíneo e a velocidade obtida no teste incremental máximo em esteira rolante realizado no laboratório. Uma vez identificado o valor mínimo existente nessa relação, adiciona-se o valor de $1,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e assim se realiza o cálculo do valor de

lactato que representaria o LTF2, por meio da interpolação linear (lactato x velocidade), expressa em km.h^{-1} (BERG et al., 1990).

- *Squat jump* (SJ)

Conceitual: salto vertical realizado utilizando somente a ação concêntrica dos músculos extensores do joelho (BOSCO, 1999).

Operacional: representa a altura máxima do salto vertical realizado em uma plataforma de força a partir de uma posição estática, com o ângulo do joelho em aproximadamente 90° , que será executado sem contra movimento para não haver a aceleração do centro de gravidade para baixo, expresso em cm.

- *Counter Movement Jump* (CMJ)

Conceitual: salto vertical realizado a partir de um contra movimento, com a contribuição do ciclo alongamento-encurtamento (BOSCO, 1999).

Operacional: representa a altura máxima de elevação do centro de gravidade durante o salto realizado com contra movimento em uma plataforma de força, considerada indicadora da potência muscular do atleta associada à ocorrência do ciclo alongamento-encurtamento, expresso em cm.

- Pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho ($PT_{\text{CON}^{\text{EXT}}}$)

Conceitual: o maior valor de torque obtido pelos músculos extensores do joelho na fase concêntrica do movimento (RODACKI et al., 2002).

Operacional: será determinado como o maior valor de torque obtido pelos músculos extensores do joelho na fase concêntrica do movimento de extensão de joelho realizado em um dinamômetro isocinético, expresso em $N.m^{-1}$.

- Pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho ($PT_{ECC-EXT}$)

Conceitual: o maior valor de torque obtido pelos músculos extensores do joelho na fase excêntrica do movimento (RODACKI et al., 2002).

Operacional: será determinado como o maior valor de torque obtido pelos músculos extensores do joelho na fase excêntrica do movimento de extensão de joelho realizado em um dinamômetro isocinético, expresso em $N.m^{-1}$.

- Pico de torque concêntrico dos músculos flexores do joelho ($PT_{CON-FLE}$)

Conceitual: o maior valor de torque obtido pelos músculos flexores do joelho na fase concêntrica do movimento (RODACKI et al., 2002).

Operacional: será determinado como o maior valor de torque obtido pelos músculos flexores do joelho na fase

concêntrica do movimento de flexão de joelho realizado em um dinamômetro isocinético, expresso em $N.m^{-1}$.

- Pico de torque excêntrico dos músculos flexores do joelho ($PT_{ECC-FLE}$)

Conceitual: o maior valor de torque obtido pelos músculos flexores do joelho na fase excêntrica do movimento (RODAKI et al., 2002).

Operacional: será determinado como o maior valor de torque obtido pelos músculos flexores do joelho na fase excêntrica do movimento de flexão de joelho realizado em um dinamômetro isocinético, expresso em $N.m^{-1}$.

- Melhor tempo (MT)

Conceitual: o MT pode ser definido como o menor valor em segundos obtido em cada esforço durante um teste (BAKER; RASBOTTON; HAZELDINE, 1993).

Operacional: será considerado como o menor tempo de *sprint* alcançado durante o maximal shuttle run test (40-m MST), expresso em segundos.

- Tempo médio (TM)

Conceitual: o TM é o valor médio obtido em segundos para a realização dos oito *sprints* durante o *maximal shuttle run test* (40-m MST) (BAKER; RASBOTTON; HAZELDINE, 1993).

Operacional: o TM será considerado como o a média dos oito tempos dos *sprints* tempo realizados durante o maximal shuttle run test (40-m MST), expresso em segundos.

- Índice de fadiga (IFF)

Conceitual: o IF é a incapacidade de manutenção da produção de potência ou força durante contrações musculares repetidas (GIBSON; EDWARDS, 1985).

Operacional: o IFF será calculado por meio da fórmula $IF = (\sum 8 \text{TEMPOS} / MT \times 8) \times 100 - 100$, proposta por Fitzsimons et al. (1993).

1.6.3 Variáveis moderadoras

- Treinamento técnico.
- Treinamento tático.

1.6.4 Variáveis de controle

- Aquecimento anterior ao treinamento;
- Carga de treinamento;
- Recuperação do treinamento;
- Nível inicial de treinamento;
- Posição que ocupa na quadra;
- Tempo entre avaliações;
- Idade;

- Sexo;
- Hidratação.

1.6.5 Variáveis intervenientes

- Massa corporal;
- Fatores psicológicos;
- Fatores nutricionais;
- Fatores genéticos;
- Temperatura ambiente;
- Umidade relativa do ar.

1.7 Delimitação do estudo

Este estudo investigou o efeito dos dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) em jogadoras de futsal feminino de elite das categorias adulto, sub-20 e sub-17 do Estado de Santa Catarina.

1.8 Limitações do estudo

O número reduzido de participantes e das sessões aplicadas pode ter limitado os resultados das análises da estatística inferencial da pesquisa. Adicionalmente, a falta de controle de algumas variáveis intervenientes, somada ao fato de o grupo ser composto por atletas de idade variada também pode

ter influenciado nos dados encontrados. Por fim, devido ao fato dos dois modelos possuírem intensidades de corrida distintas, há a possibilidade de ter existido uma compensação proporcional da carga externa imposta, ou seja, a maior intensidade de corrida estabelecida no modelo $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ pode ter sido equilibrada pelo número de mudança de direção superior presente no modelo $TIAI_{15 \times 15}$.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização fisiológica e neuromuscular do futsal

Atualmente o futsal é gerido pela *Federation International of Football Association* (FIFA) e está crescendo em popularidade por todo o mundo desde o final da década de 1980, sendo praticado em mais de 100 países nos cinco continentes, de modo que desde 1989 existe um campeonato mundial que acontece a cada quatro anos (AMARAL; GARGANTA, 2003; DA COSTA, 2005; CASTAGNA et al., 2009).

O futsal é um esporte coletivo, disputado por duas equipes com cinco jogadores titulares cada (um goleiro e quatro de linha) em uma quadra com 40 m de comprimento por 20 m de largura com duração da partida de 40 minutos cronometrados, o que normalmente significa um acréscimo de 75 - 85 % de tempo a mais que o programado, os quais são divididos em dois períodos de 20 minutos e um intervalo de 10 minutos para descanso entre eles (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008). Ainda, por ser uma modalidade em que o número de substituições é ilimitado, a intensidade de jogo mantido pelo atleta permanece elevada durante todo o período da partida, devido aos momentos de recuperação do mesmo durante o descanso, o que se torna fundamental para a manutenção de uma performance elevada (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008; DOGRAMACI; WATSFORD; MURPHY, 2011).

É importante destacar que o deslocamento dos atletas de futsal durante os jogos é determinado, principalmente, pela função tática desempenhada, sugerindo que cada atleta possui níveis de solicitação metabólica específicos, o que resulta em demandas fisiológicas diferenciadas, determinando o tempo de permanência em quadra (SOARES; TOURINHO FILHO, 2006; CASTAGNA et al., 2009). Do mesmo modo, a intensidade exigida nas partidas dependerá da categoria, nível de competição, dimensões da quadra e, principalmente, pelo padrão de jogo adotado pela equipe, obrigando o atleta a realizar diferentes funções táticas (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008).

Em um estudo que objetivou analisar a distância e a intensidade dos deslocamentos executados durante oito jogos de futsal válidos pela Copa Capão da Canoa no Rio Grande do Sul, foi verificado que a média da distância percorrida por partida de 16 jogadores foi de 3.554 metros, sendo que os mesmos permaneceram 60 % do tempo em intensidade baixa de esforço (deslocamentos para trás, para os lados e andando), 30,13 % em intensidade média (trotando) e 9,95 % em intensidade alta (correndo) (SOARES; TOURINHO FILHO, 2006). Dogramaci, Watsford e Murphy (2011) verificaram que jogadores de nível internacional da Equipe Nacional Australiana realizaram um deslocamento 42 % maior durante as partidas que os de nível nacional da *New South Wales State League* (4.277 ± 1.030 m vs. 3.011 ± 999 m, respectivamente). A média da distância total percorrida por atletas profissionais durante uma partida da Liga

de Futsal da Espanha foi de 4.313 ± 2.139 metros, sendo que a distância relativa consistiu em $117,3 \pm 11,6$ m.min⁻¹ ($102,7 - 145,4$ m.min⁻¹) (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008). É importante ressaltar que nos esportes com substituições ilimitadas, como o futsal, a distância percorrida por minuto, ou seja, a distância relativa indica com maior eficiência a intensidade de esforço das ações executadas pelos atletas e pode ser usada como variável mais precisa para representar as exigências da competição (BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008).

Pela sua característica intermitente de alta intensidade, o futsal sob o ponto de vista fisiológico é uma modalidade equilibrada que depende tanto das variáveis relacionadas tanto ao metabolismo aeróbio como anaeróbio (BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN, 2005; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008; CASTAGNA, 2009). O sistema ATP-CP é a principal fonte de energia para a realização de esforços máximos e de curta duração (chutes e cabeceios), enquanto que o metabolismo anaeróbio láctico é a via fundamental nas sequências de situações de transição ataque-defesa e contra ataques sucessivos e, por sua vez, o metabolismo aeróbio possui uma participação expressiva durante o decorrer das partidas em torno de 90 % (BARBERO ÁLVAREZ; BARBERO ÁLVAREZ, 2003; BARBERO ÁLVAREZ et al., 2008).

Castagna et al. (2009) também constataram que é indispensável que atletas profissionais possuam valores de $VO_2\text{max}$ próximos de 55 mL.kg⁻¹.min⁻¹ para que consigam suprir as demandas fisiológicas solicitadas durante as partidas,

destacando a importância da potência aeróbia máxima para a performance no futsal. Adicionalmente, Castagna et al. (2007) também observaram que em uma partida recreacional houve uma relação inversa e significativa entre o nível de $VO_2\text{max}$ e tempo gasto acima de 90 % da $FC\text{max}$ ($r = - 0,79$, $p \leq 0,01$), sugerindo que atletas de futsal com maior potência aeróbia são mais econômicos para executar os movimentos requeridos durante o jogo (BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN; MÉNDEZ-VILLANUEVA, 2005). Nesse sentido é importante lembrar que a economia de corrida (EC) pode ser entendida como o VO_2 obtido, para uma determinada intensidade submáxima de esforço (DANIELS, 1985). Além disso, Guglielmo, Greco e Denadai (2009) observaram que há relação entre as características neuromusculares e a EC, sendo que Arampatzis et al. (2006) concluíram que os indivíduos mais econômicos apresentaram maiores níveis de força contrátil e *stiffness* muscular.

Segundo Castagna et al. (2009), os atletas permanecem grande parte do tempo de jogo realizando atividades em alta intensidade, sendo que em 46 % os valores encontram-se acima de 80 % do $VO_2\text{max}$, enquanto que esse percentual aumenta para 52 % acima de 90 % da $FC\text{max}$.

Durante uma partida amistosa de futsal profissional da Liga Espanhola, a média do VO_2 e da FC foram, respectivamente, 75 % (59 - 92 %) e 90 % (84 - 96 %) dos valores máximos obtidos pelos jogadores no teste incremental em esteira rolante. O pico do VO_2 e da FC consistiu em 99 % (88

- 109 %) e 98 % (90 - 106 %) dos seus valores mais elevados, respectivamente, enquanto que valor médio de concentração de lactato sanguíneo foi de 5,3 mmol.L⁻¹ (1,1 - 10,4 mmol.L⁻¹), que representou uma intensidade próxima de 80 - 85 % dos valores máximos (CASTAGNA et al., 2009).

Por meio da análise de movimento de quatro jogos de um time profissional da Liga Espanhola, Barbero Álvarez et al. (2008) observaram que a média da FC foi de 173 ± 7 bpm (164 – 181 bpm), o que representou 90 ± 2 % (86 – 93 %) dos valores da FCmax, sugerindo que os atletas permaneceram 73 % do tempo da partida realizando ações de intensidade vigorosa. Adicionalmente, Barbero Álvarez et al. (2008) constataram que o futsal requer uma demanda cardiovascular elevada que varia de 85 - 90 % da FCmax, e que a modalidade solicita um elevado componente anaeróbio dos jogadores, visto que os mesmos exibiram um valor médio de concentração de lactato sanguíneo de 8,5 ± 2,6 mol.L⁻¹ (4,1 - 12,6 mmol.L⁻¹) (ÁLVAREZ et al., 2002; BARBERO ÁLVAREZ; SOTO; GRANDA, 2004). Do mesmo modo, Castagna et al. (2009) observaram que jogadores profissionais alcançam níveis elevados de concentração de lactato sanguíneo, sugerindo que o metabolismo anaeróbio contribui de forma importante para o fornecimento de energia durante as partidas.

De maneira semelhante, pesquisas que examinaram a intensidade de esforço de jogadores profissionais do futsal brasileiro também verificaram valores elevados de FC. A partir da

análise de quatro treinamentos coletivos da equipe titular da divisão especial do Campeonato Catarinense de Futsal foi possível constatar que os valores médios de percentual da FCmax variaram de 71 - 90 % (ARINS; ROSENDO DA SILVA, 2007). Por sua vez, Rodrigues et al. (2011) observaram que durante 13 partidas da Liga Futsal Nacional os jogadores mantiveram a média da FC próxima a $86,4 \pm 3,8$ % da FCmax, o que correspondeu a $79,2 \pm 9,0$ % dos valores VO₂max.

Pode-se observar que a maioria dos estudos relacionados à modalidade é direcionada aos atletas do sexo masculino (BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN, 2005; MEDINA et al. 2002; BARBERO ÁLVAREZ et al. 2008; BARBERO ÁLVAREZ; VERA; HERMOSO, 2004; GARCIA, 2004; RODRIGUES et al. 2011). Adicionalmente, Martin-Silva et al. (2005) ressaltaram que há um número muito restrito de pesquisas que tiveram como objetivo avaliar a intensidade de jogos oficiais de futsal feminino. Miles et al. (1993) verificaram que em um jogo simulado de futsal feminino o valor médio de FC foi de 171 ± 17 bpm (85,7 % da FCmax). Martin-Silva et al. (2005) indicaram que a FC média observada em dois jogos oficiais de futsal feminino da categoria adulto consistiu de 178 ± 9 bpm e 170 ± 30 bpm ($89 \pm 3\%$ e 86 ± 13 % da FCmax), representando uma intensidade de 82 % e 78 % dos valores de VO₂max, respectivamente. Por sua vez, a intensidade de esforço de dois jogos simulados de uma equipe que participa da Liga Futsal Feminina que é organizada pela Confederação Brasileira de Futsal (CBFS) foi de $90,6\% \pm 3,6$ da

FCmax obtida no FIET, sendo que a FC média obtida no jogo 1 consistiu de 179 ± 12 bpm, enquanto que no jogo 2 de 180 ± 12 bpm e, por fim, as FCmax foram de 195 ± 8 bpm no primeiro jogo e 195 ± 9 bpm no segundo (DA SILVA; FERNANDES DA SILVA, 2012).

Além dos aspectos fisiológicos, é imprescindível que o atleta possua elevados níveis de potência muscular para desempenhar as ações exigidas durante as partidas de futsal, como as inúmeras mudanças de direção com as constantes acelerações e desacelerações (GOROSTIAGA et al., 2009). Ferreira et al. (2009) afirmaram que essa qualidade física é um dos atributos considerados indispensáveis para a performance no futsal. A potência muscular pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular de produzir potência durante o exercício máximo quando a produção de energia é elevada e, assim, a capacidade de contração muscular pode ser limitada (PAAVOLAINEN; NUMMELA; RUSKO, 1999). O conceito de potência (produto da força que um segmento corporal pode produzir pela velocidade do mesmo) é determinado pela relação hiperbólica força-velocidade proposta por Hill em 1938, a qual ilustra que quanto mais elevada a carga a ser vencida, maior será a força realizada pelo componente contrátil e menor será a velocidade de encurtamento muscular, sendo que o ponto mais elevado dessa sequência corresponde à força máxima isométrica (CARVALHO; CARVALHO, 2006). Os mesmos autores ainda destacaram a relevância da combinação

ideal entre força e velocidade para o planejamento do treinamento de potência.

Além disso, é necessário que o atleta possua a habilidade de resistir à fadiga, que é a incapacidade de manutenção da produção de potência ou força durante contrações musculares repetidas (GIBSON; EDWARDS, 1985), para ser capaz de manter a performance máxima durante a sua permanência em quadra (MEDINA et al., 2002; EVANS; LAMBERT, 2007; GOROSTIAGA et al., 2009). Desse modo, devido às demandas elevadas do sistema ATP-CP junto à falta de uma recuperação completa que possibilite a restauração completa das reservas de energia, a fadiga torna-se um fator decisivo na execução de esforços máximos e intermitentes. Fitzsimons et al. (1993) ressaltaram que os atletas capazes de manter níveis elevados de velocidade máxima tendem a apresentar melhor performance nos jogos, devido a um menor índice de fadiga. Lembrando que a velocidade de corrida que o jogador pode alcançar possui papel essencial para a manutenção do seu nível máximo de performance durante a sua permanência em quadra, visto que a mesma pode ser determinante nos momentos decisivos das partidas (GOROSTIAGA et al., 2005).

Os saltos verticais *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ) são índices válidos e de grande confiabilidade para estimar os níveis de potência muscular de membros inferiores (MARKOVIC et al., 2004). O CMJ representa os níveis de força explosiva exercida, a capacidade de recrutamento neural e a

reutilização da energia elástica, enquanto que o SJ mensura a potência muscular utilizando somente a fase concêntrica do movimento, que reflete a habilidade de recrutamento neural do atleta (BOSCO, 1999).

Almeida e Rogatto (2007) observaram que, após aplicação de quatro semanas de treinamento pliométrico (oito sessões) houve melhora na impulsão horizontal de atletas de futsal feminino, afirmando que estes resultados foram alcançados devido ao aprimoramento da potência muscular. Ainda, Thomas, French e Hayes (2009) com o objetivo de comparar o efeito de dois modelos de treinamento pliométrico baseados no *drop jump* e no CMJ na potência muscular em 12 jogadores jovens de futebol, encontraram desenvolvimento dessa qualidade física a partir do CMJ após seis semanas. Gorostiaga et al. (2009), com o objetivo de comparar os valores de indicadores fisiológicos e neuromusculares de jogadores de futsal com de futebol, encontraram relações significativas entre o salto vertical CMJ e a produção de força concêntrica obtida durante a extensão do joelho em aparelho isocinético com a performance nos *sprints* de 5 metros e 15 metros, demonstrando a importância da potência muscular para as duas modalidades. Do mesmo modo, Gorostiaga et al. (2005), após a aplicação de 11 semanas de treinamento de força explosiva (baseado no CMJ) com grupo de jogadores jovens de futebol, encontraram correlações significantes entre as mudanças na produção de força concêntrica mensurada em aparelho isocinético e as velocidades

de *sprint* no final de 5 metros e 15 metros, sugerindo que a potência muscular pode auxiliar na performance de corridas em velocidade máxima.

O entendimento sobre as possíveis modificações das variáveis neuromusculares que podem determinar a produção máxima de potência poderá servir de referência para auxiliar os preparadores físicos na elaboração de um programa de treinamento adequado para a otimização da performance dos jogadores de futsal. Porém, os efeitos particulares de programas sobre as possíveis modificações nas variáveis neuromusculares que determinam a produção de potência muscular ainda é tema de discussão. Desse modo, a avaliação dos efeitos do treinamento pode ser realizada por meio da análise das mudanças nos valores de variáveis neuromusculares específicas que podem provocar possíveis alterações nos níveis de produção de potência muscular.

2.2 Treinamento intervalado de alta intensidade no futsal

Para ocupar os espaços da quadra nas diferentes circunstâncias das partidas, os jogadores modificam constantemente a distância, a velocidade e o sentido de corrida em cada ação efetuada (ARINS; ROSENDO DA SILVA, 2007; RODRIGES et al., 2011). Barbero Álvarez et al. (2008) afirmaram que a razão esforço-pausa no futsal é de 1:1, sendo que o esforço significa a distância percorrida em intensidade de corrida

média ($10,9 \text{ km.h}^{-1}$ - $18,0 \text{ km.h}^{-1}$), elevada ($18,1 \text{ km.h}^{-1}$ - $25,0 \text{ km.h}^{-1}$) ou máxima ($> 25,1 \text{ km.h}^{-1}$) e repouso denota que o jogador encontra-se quase parado (0 km.h^{-1} - $0,36 \text{ km.h}^{-1}$), caminhando ($0,37 \text{ km.h}^{-1}$ - $3,6 \text{ km.h}^{-1}$) ou em intensidade de corrida baixa ($3,7 \text{ km.h}^{-1}$ - $10,8 \text{ km.h}^{-1}$).

Castagna et al. (2009) demonstraram que durante as partidas de futsal acontecem sequências de corridas curtas em velocidade máxima com mudança de direção (3 - 4), intervaladas por períodos de recuperação muito curtos (20 - 30 segundos) realizado em menor intensidade ($< 12 \text{ km.h}^{-1}$). Desse modo, a exigência constante de esforços máximos de forma intermitente e com pausas ativas e passivas de duração variável não permite uma recuperação completa do atleta, exigindo a participação constante dos processos aeróbios e anaeróbios durante toda a partida (BARBERO ÁLVAREZ; BARBERO ÁLVAREZ, 2003). Dogramaci e Watsford (2006) observaram que durante 26 % do tempo total de uma partida os jogadores de futsal executam ações de alta intensidade, na qual o padrão de movimento se modifica a cada 3,28 segundos. Por sua vez, Barbero Álvarez, Granda Vera e Hermoso (2004) demonstraram que são efetivadas 8,6 atividades por minuto de jogo, sendo que a cada 23 segundos um esforço é realizado em intensidade elevada.

De acordo com , Bishop e Dawson (2005), a maior parte dos momentos decisivos em uma partida de futsal é precedida por corridas rápidas e de intensidade elevada (10 - 30 metros ou

2 - 4 segundos), destacando a importância do treinamento intervalado de alta intensidade na modalidade. Por sua vez, dos $121 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ ($105 - 137 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$) que os jogadores percorrem durante uma partida, 5 % ($1 - 11$ %) são de *sprints* ($> 18,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e 12 % ($3,8 - 19,5$ %) de corrida em intensidade elevada ($>15,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (CASTAGNA et al., 2009). Adicionalmente, os mesmos autores afirmaram que em cada período do jogo os atletas executam 26,4 ($13 - 39$) corridas com mudança de direção em alta intensidade ($>15,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), dos quais 7,2 ($1,5 - 12,9$) são *sprints* ($> 18,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) que se repetem a cada 79 segundos.

Barbero Álvarez e Barbero Álvarez (2003) observaram que a habilidade de realizar exercícios intermitentes de alta intensidade é um fator decisivo da performance no futsal. Porém, estudos demonstraram que o rendimento alcançado depende da duração dos períodos de recuperação (SALTIN et al., 1992; GAITANOS et al., 1993; BANGSBO, 1994) e da atividade realizada durante a mesma (DORADO GARCIA et al., 1999). Assim, Bogdanis et al. (1996) e Tomlin e Wenger (2001) concluíram que valores elevados de VO_2max podem ser determinantes na capacidade de recuperar a energia entre os exercícios intermitentes de alta intensidade, sendo capaz de discriminar diferentes níveis competitivos de atletas profissionais de futsal (BARBERO ÁLVAREZ; D'OTTAVIO; CASTAGNA, 2006, CASTAGNA et al., 2009), destacando a importância da potência aeróbia máxima para a performance nessa modalidade. Nesse

contexto, o treinamento intermitente de alta intensidade possui como objetivo principal melhorar o $VO_2\text{max}$ dos jogadores (BILLAT; HAMARD; KORALSZTEIN, 2002), permitindo que os mesmos consigam realizar esforços por períodos mais longos em comparação com o treinamento contínuo executado na mesma intensidade, devido a maior ressíntese de fosfocreatina e ao menor acúmulo de lactato, os quais são parcialmente metabolizados durante os períodos de recuperação (BALSOM, 1992; BARBERO ÁLVAREZ; BARBERO ÁLVAREZ, 2003).

Assim, é possível afirmar que o treinamento intervalado intensivo realizado com estímulos com duração de um a quatro minutos de duração na intensidade de 85 - 100 % do $VO_2\text{max}$ (BILLAT et al., 2001a), que possui períodos de recuperação semelhantes ao tempo de esforço parece ser um modelo válido para ser adotado por preparadores físicos de modalidades intermitentes, como o futsal.

Esse modelo de treinamento contribui para o desenvolvimento aeróbio em períodos relativamente breves de tempo, pois proporciona ganhos relacionados às adaptações centrais (aumento do volume sistólico que gera uma elevação no débito cardíaco e conseqüentemente nos valores de $VO_2\text{max}$) e periféricas (melhora da capacidade de trabalho para produzir e utilizar ATP) (MIDGLEY et al., 2006). Os mesmos autores sugeriram que o treinamento realizado próximo ou na intensidade do $VO_2\text{max}$ pode provocar tensão máxima sobre os processos fisiológicos que limitam este índice, proporcionando o estímulo

ideal para a adaptação do indivíduo (MIDGLEY et al., 2006). Desse modo, foi observado que em indivíduos treinados, a sobrecarga atingem os valores máximos de intensidade de exercício associados com o alcance do VO_2 max (GLEDHILL; COX; JAMNIK, 1994; ZHOU et al., 2001). Essa sobrecarga mecânica é o principal estímulo para a adaptação do miocárdio associado com o aumento do volume sistólico, o que corrobora a utilização do treinamento intervalado intensivo para a melhora da performance de jogadores de futsal. Dellal et al. (2010) relataram que o treinamento intermitente solicita o uso do metabolismo aeróbico e anaeróbico de fornecimento de energia, possibilitando a melhora da capacidade oxidativa das enzimas, do tempo de reação e ainda estimulando as adaptações neuromusculares.

Edge, Bishop e Goodman (2006) observaram que, enquanto o treinamento intervalado realizado acima do segundo limiar de transição fisiológica (LTF2: 120 – 140 %) resultou em um aumento de 25 % na capacidade de tamponamento muscular de mulheres praticantes de modalidades coletivas (futebol, basquetebol, hóquei), enquanto que o treinamento contínuo executado abaixo do LTF2 (80 – 95 %) promoveu um aumento de apenas 2 %, sugerindo que a intensidade do treinamento pode ser considerada um importante estímulo para a melhora da capacidade de tamponamento muscular. Nesse sentido, é necessário lembrar que a melhoria deste mecanismo provoca o atraso no acúmulo de íons hidrogênio (H^+), o qual pode reduzir a performance, pois prejudica a percepção de esforço, a regulação

iônica, a atividade enzimática e o funcionamento das proteínas contráteis durante as ações musculares (EDGE; BISHOP; GOODMAN, 2006).

Por sua vez, Helgerud et al. (2001) verificaram que o treinamento intervalado de alta intensidade (quatro repetições de quatro minutos a 90 – 95 % da FCmax por três minutos de recuperação a 50 - 60 % da FCmax), realizado durante oito semanas (2 vezes por semana), proporcionou o aumento significativo do VO₂max (10,8 %), do segundo limiar de transição fisiológica (16 %) e da EC (6,7 %) em nove jogadores juniores de futebol de duas equipes de elite da Noruega, resultando na melhora tanto capacidade como da potência aeróbia. No mesmo estudo também foi constatado, por meio da análise do movimento, que a média da distância percorrida durante a partida aumentou em 20 %, enquanto que o número de *sprints* realizados dobrou e, ainda, que a quantidade de envolvimento com a bola teve um acréscimo de 24,1 %. Corroborando esses achados, Impellizzeri et al. (2006) demonstraram que, após a aplicação do mesmo modo de treinamento intervalado de alta intensidade de corrida realizado antes do início da temporada competitiva com 15 jogadores juniores de dois clubes de futebol profissional da Itália, o valor médio de VO₂max aumentou em 7 %, a velocidade no segundo limiar de transição fisiológica em 10 % e a EC em 2 %. Do mesmo modo, McMillan et al. (2005) também aplicaram um treinamento intervalado na intensidade de 90 – 95 % da FCmax durante 10 semanas (duas vezes por

semana), porém adicionando bola no circuito que os jogadores deveriam realizar, e observaram os valores de VO_{2max} dos mesmos aumentaram 9 %.

Recentemente, foi realizado um estudo piloto com 18 atletas da atual vice-campeã da Liga Futsal Feminina organizada pela CBFS (Carminatti e Arins (2012), dados não publicados). A equipe foi dividida em dois grupos para realização de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) como descrito na sequência. Os dois modelos consistiram de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, com uma relação esforço:pausa de 1:1 (TIAI_{7,5x7,5} = 7,5:7,5 segundos; TIAI_{15x15} = 15:15 segundos), sendo que tiveram as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo pico de velocidade obtido no FIET ($PV_{FIET} = 15,1 \pm 8,0 \text{ km.h}^{-1}$). Com base nos dados desse piloto, observou-se que a média de valores de FC do grupo que realizou uma sessão de treinamento no modelo TIAI_{7,5x7,5} foi de $194 \pm 8 \text{ bpm}$ ($97,3 \pm 3,0 \%$ da FCmax), enquanto que o grupo que executou a sessão no modelo TIAI_{15x15} foi de $191 \pm 6 \text{ bpm}$ ($95,6 \pm 2,0 \%$ da FCmax). Neste sentido, destaca-se que na execução da sessão dos dois modelos de TIAI descrita no presente estudo, os quais foram desenvolvidos por Carminatti (2014), as atletas não somente atingiram como ultrapassaram a zona alvo de intensidade de esforço de 90 – 95 % da FCmax proposta por Helgerud et al. (2001), indicando a importância desta pesquisa

para o aprimoramento das variáveis determinantes da performance no futsal.

É importante destacar que as respostas fisiológicas do treinamento intervalado de alta intensidade realizado em linha reta já são conhecidas (BILLAT; HAMARD; KORALZTEIN, 2002; DELLAL, 2008), porém as possíveis diferenças causadas devido às mudanças de direção, que são fundamentais para o padrão de movimentação no futsal, ainda não estão esclarecidas (DELLAL et al., 2010), especialmente no que concerne a preparação de atletas dessa modalidade. Quando comparado à corrida em linha reta, as mudanças de direção podem influenciar na musculatura envolvida, afetando assim o consumo de energia, o que resulta em respostas fisiológicas mais expressivas (DELLAL; GROSGEORGE, 2006). Um estudo que visou comparar as respostas fisiológicas obtidas por 10 jogadores amadores de futebol durante a realização do exercício intervalado de alta intensidade em linha reta e o executado com mudança de direção de 180° verificou que os valores de concentração de lactato sanguíneo e de PSE dos mesmos foram significativamente maiores no último modelo (DELLAL et al.; 2010).

Apesar da importância que o treinamento intervalado de alta intensidade possui para a performance de jogadores de futsal, não foram encontrados estudos que analisaram seus efeitos na modalidade em questão e, ainda, ao nosso conhecimento, nenhum trabalho verificou quais as possíveis

diferenças que podem ser observadas nas adaptações fisiológicas relacionadas com as corridas executadas com mudanças de direção de 180º nesses atletas.

2.3 *Futsal Intermittent Endurance Test (FIET) e pico de velocidade (PV)*

É possível constatar o grande interesse por parte dos pesquisadores sobre a utilização de índices fisiológicos para a prescrição da intensidade e controle dos efeitos do treinamento que visam a melhora da performance de esportistas de alto nível (BILLAT et al., 1999; PAAVOLAINEN et al., 1999), destacando-se o aumento considerável do uso de testes de laboratório e campo nas últimas décadas para este fim (IMPELLIZZERI; MARCORA, 2009; FERNADES DA SILVA et al., 2011).

Porém, apesar das avaliações realizadas em laboratório fornecerem dados valiosos sobre a performance e as características fisiológicas de atletas (NOAKES, 1988; BILLAT et al., 1999), normalmente não possuem validade ecológica, sendo incapazes de reproduzir os padrões de movimentos específicos associados as modalidades intermitentes (FERNANDES DA SILVA et al., 2011). Adicionalmente, tais protocolos não envolvem qualquer ação muscular excêntrica, como as mudanças de direção, que ocorrem constantemente durante esses esportes (CURREL; JEUKENDRUP, 2008), incluindo o futsal. Desse modo, para superar algumas deficiências

apontadas sobre os testes de laboratório, foram desenvolvidos protocolos de campo mais específicos que possuem a finalidade de refletir de forma mais apropriada o caráter intermitente dessas modalidades (LEGÉR; LAMBERT, 1982; BANGSBO, 1994; CARMINATTI; LIMA-SILVA; DE-OLIVEIRA, 2004; BUCHHEIT, 2008). Segundo Fernandes da Silva et al. (2011), os testes compostos por multi-estágios têm sido amplamente utilizados para estudar as respostas fisiológicas do exercício intermitente que envolve mudanças de direção, como o futsal. Esses protocolos objetivam reproduzir o padrão de movimento executados nos esportes coletivos, permitindo a avaliação simultânea de um grande número de atletas por um custo financeiro mínimo (AHAMAIDI et al., 1992; KRUSTRUP et al., 2003).

O teste progressivo intermitente de campo de 20 metros (SHT20) de Léger et al. (1982), é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, composto de multi-estágios de 60 segundos de duração em sistema vai e vem (*shuttle run*), constituído de um número de repetições variadas de corrida. O ritmo é ditado por um sinal sonoro, com intervalos regulares, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones em distância fixa de 20 metros. A velocidade inicial do teste é de $8,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ com incrementos de $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante diminuições sucessivas de tempo entre os sinais sonoros. O

SHT20 fornece dados de potência (estimativa do VO_2max ; PV) e capacidade (ponto de deflexão da FC (PDFC)) aeróbia.

Outro protocolo reportado na literatura é o *Yo-Yo Tests* (YY), proposto por Bangsbo (1994), que possui três versões diferentes. O *Yo-Yo endurance* (YYE) é usado para avaliar a capacidade de correr continuamente durante um longo período de tempo no modo de “*shuttle run*” na distância fixa de 20 metros. Este modelo apresenta dois níveis de acordo com a condição física do avaliado, sendo que no 1 (YYE1) a velocidade inicial é de $8,0 \text{ km.h}^{-1}$, enquanto que no 2 (YYE2) a velocidade inicial é de $11,5 \text{ km.h}^{-1}$, com um acréscimo de $0,5 \text{ km.h}^{-1}$ a cada minuto para ambos. O *Yo-Yo intermittent endurance* (YYIE) foi preconizado para avaliação da capacidade do indivíduo de executar atividades intermitentes no sistema de *shuttle run*, por períodos prolongados de tempo na distância fixa de 20 metros, sendo que a cada 40 metros (2 x 20 metros) percorridos há uma pausa de cinco segundos para recuperação. Também possui dois níveis, com velocidades iniciais de $8,0 \text{ km.h}^{-1}$ (nível 1) e $11,5 \text{ km.h}^{-1}$ (nível 2). Já a versão mais apresentada na literatura é *Yo-Yo intermittent recovery* (YYIR), que exhibe como principal característica a adoção de pausas de 10 segundos a cada 40 metros (2 x 20 metros), com a velocidade inicial de $10,0 \text{ km.h}^{-1}$ no nível 1 (YYIR1) e velocidade inicial de $13,0 \text{ km.h}^{-1}$ no nível 2 (YYIR2). O YY fornece como principal resultado o valor da distância total percorrida no teste, que pode ser usado para comparação com referência a performance em jogo.

Por sua vez, Carminatti, Lima-Silva e De-Oliveira (2004) desenvolveram o teste incremental de corrida intermitente (T-CAR), que é um teste máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi-estágios de 90 segundos de duração em sistema “ida-e-volta”, constituído de cinco repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por seis segundos de caminhada (5 metros). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de seis segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo e também sinalizadas por cones. O teste inicia com velocidade de $9,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (distância inicial de 15 metros) com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de um metro a partir da distância inicial. A partir do TCAR é possível identificar variáveis relacionadas à potência (PV_{TCAR}) e à capacidade (PDFC; percentual fixo de 80,4 do PV_{TCAR} [80.4%PV]) aeróbia (CARMINATTI; LIMA-SILVA; DE-OLIVEIRA, 2004).

Buchheit (2008) propôs o *Intermittent Fitness Test* (30-15_{IFT}), que consiste de 30 segundos de corrida no sistema *shuttle run*, intercaladas por de 15 segundos de recuperação passiva, com velocidade inicial de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ nos primeiros 30 segundos de corrida e aumentos de $0,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada 45 segundos seguintes. O 30-15_{IFT} fornece a velocidade máxima de corrida (MRS) realizada de forma intermitente, a qual pode ser considerada uma variável precisa para discriminar o perfil fisiológico do atleta,

servindo como referência para padronização das sessões individualizadas de treinamento intervalado (85 % -100 % do PV).

Recentemente, Castagna e Barbero Álvarez (2010) propuseram um teste específico, intitulado *Futsal Intermitente Endurance Test* (FIET) de campo intermitente de alta intensidade baseado na análise do movimento de 10 partidas de futsal da Liga Profissional Espanhola. Segundo Barbero Álvarez e Andrín (2005), até mesmo dados como tempo de esforço, considerando ataque e defesa ($8,9 \pm 1,1$ s; 7,5 s – 11,2 s) e tempo e pausa ($12,2 \pm 1,3$ s; 10,8 s – 14,4 s), o que indica uma relação de esforço:pausa de 1:1,4, foram levados em consideração para o desenvolvimento dos FIET.

O índice de correlação intraclasse (ICC) e o coeficiente de variação (CV) do protocolo FIET foi reportado em 0,95 e 3,9 %, respectivamente (CASTAGNA, et al., 2009). O FIET consiste de corridas *shuttle running* de 45 metros (3 x 15 metros), os quais são intercaladas por 10 segundos de recuperação ativa, sendo que há um período maior de 30 segundos de pausa após cada bloco de oito repetições (8 x 45 metros). A velocidade inicial do teste é de 9 km.h^{-1} , com incrementos de $0,33 \text{ km.h}^{-1}$ durante as nove (9 x 45 metros) primeiras voltas, mudando na sequência para $0,20 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 45 metros até a exaustão do atleta. Esse estudo de Castagna e Barbero Álvarez (2010) destacou a importância da solicitação dos sistemas aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia dos atletas durante a execução do teste, assim como ocorre nas partidas de futsal.

Durante o FIET, os jogadores atingiram um VO_2 pico ($61,6 \pm 4,6 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), que correspondeu a 95 % dos seus valores máximos obtido no teste incremental em esteira rolante (TIER), enquanto que os valores de FCpico não apresentaram diferenças significantes entre os testes (TIER = $193 \pm 8 \text{ bpm}$ vs. FIET = $191 \pm 7 \text{ bpm}$) (CASTAGNA; BARBERO ÁLVAREZ, 2010), demonstrando que há um envolvimento predominante da via aeróbia (KRUSTRUP et al., 2006). Esses achados são uma informação muito valiosa, pois estudos têm demonstrado que o treinamento intervalado na intensidade referente à zona alvo da FC de 90 – 95 % da FCmax é uma ferramenta eficiente para aumentar a capacidade e a potência aeróbia de atletas de modalidades coletivas e intermitentes (futsal) em um curto prazo de tempo (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al. 2006).

É importante destacar que outros mecanismos fisiológicos podem contribuir para a performance no FIET, como a habilidade para executar as mudanças de direção solicitadas, juntamente com a capacidade de resistir às elevadas intensidades de corrida, refletida pela capacidade anaeróbia do atleta (CASTAGNA; BARBERO ÁLVAREZ, 2010). Pode-se sugerir ainda, que a performance no FIET exige uma grande participação do sistema neuromuscular do jogador, visto que o protocolo envolve corridas com mudanças de direção em alta intensidade realizadas em uma distância curta (15 metros) (WISLOFF et al., 2004; BARNES et al., 2007), indicando que a mesma pode ser influenciada também pela fadiga periférica

(MOHR, KRUSTRUP; BANGSBO, 2005). Além disso, Barbero Álvarez, Miladi e Ahmaidi (2006) observaram que houve uma relação significativa ($r = 72$; $p = 0,029$) entre a performance de 15 jogadores profissionais de futsal no FIET com um teste para verificar a habilidade de realizar *sprints* repetidos (RSA = 8 x 25 metros com 25 segundos de recuperação ativa), evidenciando indiretamente que os mecanismos fisiológicos (fadiga temporária e/ou acumulada) que contribuem para a interrupção no FIET são similares aos que causam o término no teste de *sprints* repetidos (KRUSTRUP et al., 2006). Adicionalmente, Castagna e Barbero Álvarez (2010) demonstraram que, mesmo com 47 % do tempo de teste sendo utilizado para períodos de recuperação, o FIET pode ser considerado um protocolo de campo que ressalta a utilização da via anaeróbia (pico de lactato sanguíneo = $12,6 \pm 2,3$ mmol.L⁻¹), mostrando que este metabolismo desempenha um papel importante para o aparecimento da fadiga no teste.

Com base nas informações citadas, pode-se concluir que o FIET é um teste de campo peculiar para avaliar a performance de jogadores de futsal, visto que o mesmo fornece dados relevantes sobre as características fisiológicas indispensáveis para a realização de exercício intermitente em intensidade elevada de acordo com as necessidades da modalidade (BARBERO ÁLVAREZ; ANDRÍN, 2005; BARBERO ÁLVAREZ; MILADI; AHMAIDI, 2006; CASTAGNA; BARBERO ÁLVAREZ, 2010). Nesse sentido, Carminatti (2014) propôs a determinação da intensidade relativa ao PV_{FIET} em protocolos específicos que

possam reproduzir os gestos motores realizados na modalidade específica, dentre os quais se destaca o FIET. O mesmo autor realizou um estudo piloto em 2012 (dados não publicados) com uma equipe que participa da Liga Feminina de Futsal organizada pela CBFS. As atletas ($n = 18$) foram divididas em dois grupos para realização dos dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) que foram propostos por Carminatti (2014), sendo que as mesmas tiveram que percorrer distâncias individualizadas pelo PV obtido no FIET ($PV_{FIET} = 15,1 \pm 8,0 \text{ km.h}^{-1}$; $13,6 - 16,4 \text{ km.h}^{-1}$). Com base nos dados deste estudo, observou-se que a média de valores de FC do grupo que realizou uma sessão de treinamento no modelo TIAI_{7,5x7,5} foi de $194 \pm 8 \text{ bpm}$ ($97,3 \pm 3,0$ % da $FC_{max-FIET}$), enquanto que o grupo que executou a sessão no modelo TIAI_{15x15} foi de $191 \pm 6 \text{ bpm}$ ($95,6 \pm 2,0$ % da $FC_{max-FIET}$). Neste sentido, destaca-se que na execução da sessão dos dois modelos de TIAI as atletas não somente atingiram como ultrapassaram a zona alvo de intensidade de esforço de 90 – 95 % da $FC_{max-FIET}$, indicando a importância desses modelos de treinamento para o aprimoramento da performance durante as partidas no futsal.

Castagna e Barbero Álvarez (2010) verificaram que evidências de validade de critério do PV_{FIET} para estimativa da velocidade aeróbia máxima (VAM) indicam que essa variável pode ser usada para avaliar e monitorar a aptidão aeróbia de jogadores de futsal. Adicionalmente, Carminatti (2014), observou que PV_{FIET} pode servir de referência para a prescrição de

treinamentos para o desenvolvimento da potência aeróbia de atletas de futsal.

O PV pode ser definido como é a máxima velocidade de corrida encontrada em testes progressivos de laboratório ou de campo, com ou sem correções (NOAKES, 1988). Ainda não são totalmente conhecidos os fatores determinantes do PV, porém Noakes, Myburgh e Schall (1990) afirmam que, provavelmente, não está relacionado à capacidade máxima de utilização muscular de oxigênio. Em uma revisão clássica Noakes (1988) sugere que o mesmo pode ser determinado pela capacidade muscular de gerar força (aproveitamento dos componentes contráteis e elásticos nos micro mecanismos de contração) e adaptações respiratórias periféricas.

Medina et al. (2002) constataram que a potência aeróbia é um requisito básico para obter uma alta capacidade de rendimento no futsal, afirmando que quanto mais desenvolvida esteja, de forma mais econômica se efetuará a síntese dos fosfatos de alta energia (ATP-CP), que representam as fontes energéticas mais decisivas para as modalidades intermitentes. Galotti e Carminatti (2008) observaram que, quando comparado ao $VO_2\text{max}$, o PV, definido como a velocidade atingida no último estágio de um teste progressivo, com ou sem correções (BERTHOIN et al., 1996; DE-OLIVEIRA, 2004), é um índice que apresenta maior sensibilidade frente as variações induzidas pelo treinamento na capacidade de utilização do sistema aeróbio durante o esforço, demonstrando-se como alternativa válida de

predição da potência aeróbia máxima (DE-OLIVEIRA, 2004; GALOTTI; CARMINATTI, 2008).

É importante lembrar que o PV é um índice de fácil determinação que não necessita de técnicas invasivas e equipamentos sofisticados, sendo capaz de avaliar conjuntamente os sistemas aeróbios e anaeróbios de fornecimento de energia (NOAKES, 1988). Esta variável encontra-se relacionada com a intensidade correspondente ao $VO_2\text{max}$, porém parece ser influenciada em maior proporção que a velocidade relativa ao $VO_2\text{max}$ pela capacidade anaeróbia, potência muscular e habilidade neuromuscular de correr em velocidades elevadas (JONES; CARTER, 2000), tornando-o uma alternativa válida para a prescrição de intensidades de treinamento no futsal (DITTRICH et al., 2011).

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1 Modelo do estudo

O presente estudo pode ser caracterizado quanto à natureza como aplicado, quanto à abordagem do problema como quantitativo e quanto aos objetivos como experimental (SILVA et al., 2011). Segundo Campbell e Stanley (1979), quanto ao *design* pode ser classificado como pré-experimental, no qual um grupo é submetido a um protocolo (tratamento) e o controle dos efeitos é realizado por meio de um teste antes da experiência (pré-teste) e um teste ao final (pós-teste).

Para definição do delineamento pré-experimental foram controlados os fatores de interveniência na validade interna, que permite concluir que as prováveis diferenças ocorreram devido aos treinamentos aplicados e externa, que pode indicar a possível generalização dos resultados (KARASIAK et al., 2011).

Em relação à validade interna foram controlados os fatores que provêm da experiência, como destacados a seguir: 1) Testagem, onde as jogadoras receberam instruções e estímulos verbais semelhantes dos mesmos avaliadores em todo o período de coletas (pré e pós-treinamento) e 2) Expectativa, em que durante o tempo total da pesquisa foram fornecidos estímulos verbais padronizados para cada atleta, os quais foram realizados pelos mesmos avaliadores. Como não foi possível controlar a história, o delineamento do estudo foi caracterizado como pré-

experimental. Adicionalmente, foram controlados os fatores de distorção que provêm dos participantes, como descritos na sequência, 1) Seleção diferencial: para execução de cada protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) a equipe foi dividida em dois subgrupos de 10 jogadoras cada com nível homogêneo no estado físico; 2) Processo de maturação: no qual o período de seis semanas pré-estabelecido para a intervenção anula este fator de distorção; 3) Regressão estatística, onde o fato do grupo apresentar um nível homogêneo de estado de treinamento técnico, tático e físico minimizará esta distorção; 4) Perda experimental: participaram inicialmente da pesquisa 20 atletas, porém durante o período da intervenção, três atletas do modelo TIAI_{7,5x7,5} e uma do TIAI_{15x15} foram cortadas do estudo por motivo de lesão ou saída da equipe, resultando em um número final de 16 atletas (TIAI_{7,5x7,5}; n = 7 vs. TIAI_{15x15}; n = 9); 5) Instrumentação: os mesmos instrumentos de medidas foram usados no pré e pós-testes e, adicionalmente, os mesmos avaliadores conduziram todo o período de estudo.

Quanto à validade externa, foram monitorados os seguintes fatores: 1) Efeitos da tendência de seleção: foram selecionadas atletas de futsal experientes na modalidade de uma equipe da elite nacional que não possuíam lesão; 2) Efeitos relativos aos procedimentos experimentais: nas avaliações de laboratório foi realizada uma familiarização com os procedimentos e equipamentos, enquanto que os testes de

campo já possuem maior especificidade, 3) Interferência do tratamento múltiplo: as jogadoras foram submetidas a tratamentos semelhantes durante o período de intervenção, minimizando as possíveis interferências.

3.2 Participantes do estudo

Participaram inicialmente da pesquisa 20 atletas de futsal de elite do sexo feminino pertencentes às categorias adulto, sub-20 e sub-17 (16 - 23 anos de idade), as quais treinavam regularmente cinco dias por semana em dois períodos (manhã e tarde). Durante a intervenção, três jogadoras do modelo TIAI_{7,5x7,5} e uma do TIAI_{15x15} saíram do estudo por motivo de lesão ou desligamento da equipe, resultando em um número final de 16 (idade = $19,2 \pm 2,0$ anos; estatura = $161,5 \pm 4,6$ cm; massa corporal = $58,7 \pm 8,0$ kg; gordura corporal = $18,8 \pm 4,9$ %). Assim, restaram sete jogadoras no TIAI_{7,5x7,5} (idade = $18,1 \pm 1,8$ anos; massa corporal = $62,8 \pm 8,4$ kg; estatura = $160,4 \pm 4,0$ cm; gordura corporal = $20,6 \pm 4,7$ %) e nove jogadoras no TIAI_{15x15} (idade = $18,7 \pm 2,2$ anos; massa corporal = $55,7 \pm 6,5$ kg; estatura = $162,4 \pm 5,1$ cm; gordura corporal = $17,5 \pm 5,0$ %).

Em relação à divisão das atletas por categorias o modelo TIAI_{7,5x7,5} foi composto por uma adulta, três sub-20 e três sub-17, enquanto que o modelo TIAI_{15x15} foi composto por duas adultas, cinco sub-20 e duas sub-17, sendo que a média de tempo de prática das atletas na modalidade era $4,3 \pm 2,1$ anos.

A seleção das participantes para o estudo foi realizada de forma intencional não probabilística, tendo como critério para seleção as jogadoras de linha pertencentes a uma equipe de elite que foi terceira colocada da Liga Futsal Feminina, organizada pela Confederação Brasileira de Futsal (CBFS), campeã do Campeonato Estadual Feminino adulto, organizado pela Federação Catarinense de Futsal (FCF) e campeã dos 53^o Jogos Abertos de Santa Catarina, organizado pela Fundação Catarinense de Esporte (FESPORTE).

Para execução de cada modelo de treinamento as participantes foram divididas nos dois grupos ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) de acordo com a ordem decrescente do valor individual do PV obtido durante o protocolo do FIET realizado pré-intervenção. A atleta com maior PV_{FIET} fez parte do modelo $TIAI_{7,5 \times 7,5}$, enquanto que a com o segundo valor fez parte do modelo $TIAI_{15 \times 15}$, na sequência a jogadora com o terceiro valor foi para o modelo $TIAI_{7,5 \times 7,5}$, e a com quarto valor foi para o modelo $TIAI_{15 \times 15}$, e assim sucessivamente até a formação final dos dois grupos.

3.3 Design pré-experimental

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob o número 251.245 (anexo 1). Antes de iniciarem os procedimentos para a

coleta de dados, as atletas participantes do estudo foram esclarecidas sobre os objetivos e os métodos da pesquisa e na sequência assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (apêndice 1).

As avaliações laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e no Laboratório de Biomecânica (BIOMECC), localizados do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no Laboratório de Pesquisas em Desempenho Humano (Lapedh), localizado no Centro de Ciências da Saúde e do Esporte (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), enquanto que as de campo foram executados na própria quadra do local de treinamento da equipe. Tanto as avaliações de laboratório quanto as de campo foram realizadas conjuntamente pela pesquisadora e um grupo de avaliadores experientes pertencentes aos laboratórios do LAEF e BBIOMECC.

As avaliações iniciais e finais e o período de intervenção foram incorporados na rotina diária de treinamento da equipe e aconteceram durante o período preparatório específico (fevereiro-abril) do calendário de 2013.

Um dia após as avaliações iniciais e um dia anterior às avaliações finais deste estudo houve o monitoramento das atividades realizadas durante uma partida simulada entre as jogadoras da equipe.

A representação esquemática do experimento do presente estudo é exibida na figura 1.

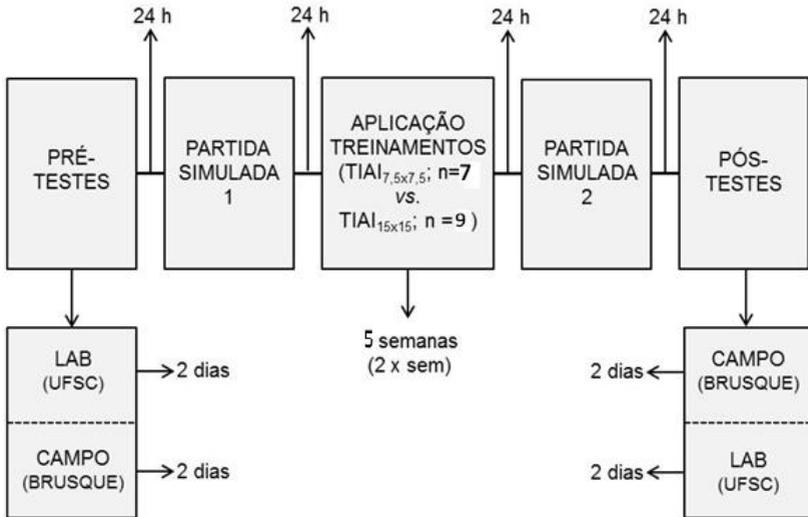


Figura 1. Representação esquemática do *design* do estudo.

As avaliações de laboratório foram realizadas em dois períodos, distribuídos em dois dias distintos, conforme os procedimentos descritos a seguir (quadro 1), sendo que o grupo pré e pós-treinamento de 16 atletas foi dividido aleatoriamente em quatro subgrupos de quatro membros cada (G1, G2, G3, G4). Após a realização da avaliação antropométrica para caracterização da amostra, um subgrupo executou um protocolo submáximo na esteira rolante para determinação da EC e na sequência um teste incremental na esteira rolante para a determinação do VO_{2max} , FC_{max} , velocidade correspondente

ao VO_{2max} (vVO_{2max}), pico de velocidade (PV_{TIER}) e velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica ($vLTF2$). Enquanto isso, outro subgrupo foi submetido ao protocolo realizado na plataforma de força para a determinação dos saltos verticais *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ) e na sequência, após uma hora de intervalo, realizou os testes máximos no dinamômetro isocinético para a determinação do torque máximo isocinético ($PT_{CON-FLE}$, $PT_{ECC-FLE}$, $PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$). Cada subgrupo fez duas visitas ao laboratório em dois dias consecutivos no mesmo período do dia.

Quadro 1. Cronograma de visita aos laboratórios para avaliações das jogadoras de futsal da categoria adulto, sub20 e sub17.

	Dia 1	Dia 2
Manhã	G1 = ER G2 = PF + DI	G1 = PF + DI G2 = ER
Tarde	G3 = ER G4 = PF + DI	G3 = PF + DI G4 = ER

ER = esteira rolante (EC, VO_{2max} , vVO_{2max} , $vLTF2$); PF = plataforma de força (SJ, CMJ); DI = dinamômetro isocinético ($PT_{CON-FLE}$, $PT_{ECC-FLE}$, $PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$).

As avaliações de campo foram realizadas no período da tarde durante dois dias consecutivos conforme protocolos

descritos na sequência (quadro 2). No primeiro dia as atletas executaram o FIET para determinação do PV_{FIET} , enquanto que no segundo o teste anaeróbio *maximal shuttle run test* (40-m MST) para determinação do melhor tempo (MT), tempo médio (TM) e índice de fadiga (IFF).

Quadro 2. Cronograma das avaliações de campo das jogadoras de futsal da categoria adulto, sub20 e sub17.

	Dia 1	Dia 2
Tarde	G1 + G2 + G3+ G4 = FIET	G1 + G2 + G3+ G4 = 40-m MST

FIET = *Futsal intermittent endurance test* (PV_{FIET}); 40-m MST = *maximal shuttle run test* (MT, TM, IFF).

Todos os testes foram realizados no mesmo horário do dia, respeitando intervalo mínimo de 24 horas. As participantes foram orientadas a não realizar treinamentos nos dias de coletas e a comparecer alimentadas e hidratadas para realização das avaliações.

3.4 Protocolos de treinamento

Para execução de cada protocolo de TIAI (CARMINATTI, 2014) as participantes selecionadas ($n = 16$) foram divididas em dois grupos TIAI_{7,5x7,5} ($n = 7$) e TIAI_{15x15} ($n = 9$) de acordo com o

valor do PV_{F1ET} , que forneceu as respectivas distâncias a serem percorridas pelos diferentes subgrupos de atletas pertencentes a cada modelo de TIAI.

Os dois modelos de treinamento possuem similaridades no que diz respeito ao tempo de cada série (aproximadamente 4 minutos), relação esforço:pausa (1:1) e distância relativa ($m \cdot min^{-1}$), porém com intensidade de corrida ($TIAI_{7,5 \times 7,5} = 86-91 \% PV_{F1ET}$ vs. $TIAI_{15 \times 15} = 83-88 \% PV_{F1ET}$) e número de mudanças de direção ($TIAI_{7,5 \times 7,5} = 1$ vs. $TIAI_{15 \times 15} = 3$) distintos.

Antes das sessões de treinamento os dois subgrupos foram dispostos em lados opostos da quadra de jogo, perfilados dois metros para frente das linhas de fundo, para iniciarem um aquecimento de dois minutos, de acordo com o padrão de cada modelo descritos abaixo, seguidos por mais dois minutos de pausa para descanso.

Após esse período inicial, os dois grupos se reposicionaram nas respectivas linhas de fundo para iniciarem simultaneamente a execução dos dois modelos de TIAI (figura 2), sendo que o controle da intensidade se deu por meio da reprodução de um áudio que sinaliza o ritmo de corrida das jogadoras pelo mesmo sinal sonoro (beep) que é emitido em intervalos de tempo fixo de 3,75 segundos entre eles (CARMINATTI, 2014).

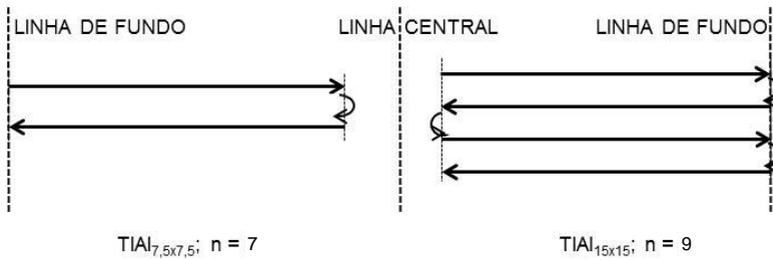


Figura 2. Visualização esquemática da disposição dos subgrupos na quadra para realização simultânea dos dois modelos de treinamento ($TIAI_{7,5x7,5}$ vs. $TIAI_{15x15}$).

O primeiro modelo de treinamento intervalado de alta intensidade ($TIAI_{7,5x7,5}; n = 7$), consiste de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço (17 repetições de corrida) por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em uma relação esforço:pausa de 1:1 (7,5 x 7,5 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV_{FIET} (quadro 3), totalizando de 25 minutos de sessão. Cada repetição é constituída por duas acelerações, uma desaceleração e uma mudança de direção, enquanto que na duração total da sessão (quatro séries) o $TIAI_{7,5x7,5}$ possui 136 acelerações, 68 desacelerações e 68 mudanças de direção (figura 3), sendo que a intensidade desse modelo de TIAI ficou estabelecida entre 86-91 % do PV_{FIET} .

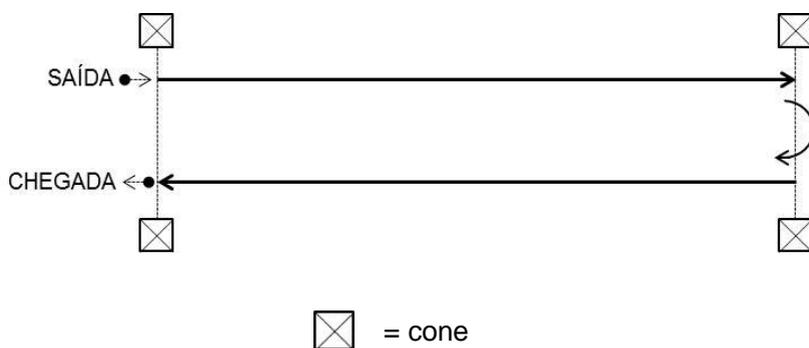


Figura 3. Visualização do modelo 1 de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5}): 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa.

Quadro 3. Descrição do modelo 1 para referência de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5}) com 4 séries de 4 minutos de esforço por 3 minutos de recuperação passiva (CARMINATTI, 2014).

PV FIET (km.h⁻¹)	V (km.h⁻¹) (86-91 %PV_{FIET})	d relativa (m.min⁻¹)	d x rep (m)	d x 1 série (m)	d total (m)
13,6 – 14,0	12,0	103	12,5	425	1700
14,2 – 14,6	12,5	107	13,0	442	1768
14,8 – 15,2	13,0	111	13,5	459	1836
15,4 – 15,8	13,9	120	14,5	493	1972
16,0 – 16,4	14,4	124	15,0	510	2040
16,6 – 17,0	14,9	128	15,5	527	2108
17,2 – 17,6	15,8	136	16,5	561	2244
17,8 – 18,2	16,3	140	17,0	578	2312
18,4 – 18,8	16,8	144	17,5	595	2380

PV_{FIET} = pico de velocidade obtido no FIET; V = velocidade do treinamento; d relativa = distância relativa do treino; d x rep = distância percorrida por cada repetição; d x série = distância percorrida por série; d total = distância percorrida por sessão de treinamento.

O segundo modelo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{15x15}; n = 9) consiste de quatro séries de aproximadamente quatro minutos de esforço (nove repetições de corrida) por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em uma relação esforço:pausa de 1:1 (15 x 15 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV_{FJET} (quadro 4), totalizando de 25 minutos de sessão. Cada repetição apresenta quatro acelerações, três desacelerações e três mudanças de direção, enquanto que na duração total da sessão (quatro séries) o TIAI_{15x15} possui 144 acelerações, 108 desacelerações e 108 mudanças de direção (figura 4) , sendo que a intensidade desse modelo de TIAI ficou estabelecida entre 83-88 % do PV_{FJET}.

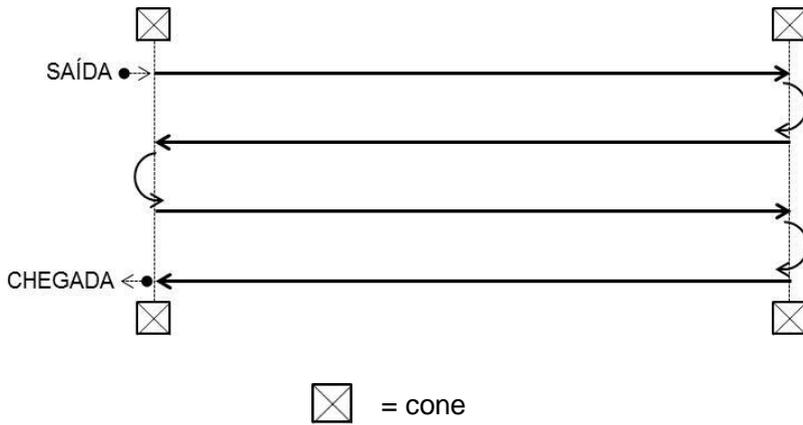


Figura 4. Visualização do modelo 2 de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{15x15}): 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa.

Quadro 4. Descrição do modelo 2 para referência de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{15x15}) com 4 séries de 4 minutos de esforço por 3 minutos de recuperação passiva (CARMINATTI, 2014).

PV FIET (km.h⁻¹)	V (km.h⁻¹) (83-88 %PV_{FIET})	d relativa (m.min⁻¹)	d x rep (m)	d x 1 série (m)	d total (m)
13,6 – 14,0	11,5	102	12,0	432	1728
14,2 – 14,6	12,0	106	12,5	450	1800
14,8 – 15,2	12,5	110	13,0	468	1872
15,4 – 15,8	13,4	119	14,0	504	2016
16,0 – 16,4	13,9	123	14,5	522	2088
16,6 – 17,0	14,4	127	15,0	540	2160
17,2 – 17,6	15,4	136	16,0	576	2304
17,8 – 18,2	15,8	140	16,5	594	2376
18,4 – 18,8	16,3	144	17,0	612	2448

PV_{FIET} = pico de velocidade obtido no FIET; V = velocidade do treinamento; d relativa = distância relativa do treino; d x rep = distância percorrida por cada repetição; d x série = distância percorrida por série; d total = distância percorrida por sessão de treinamento.

O período total de intervenção foi de cinco semanas, com duas sessões semanais (total de 10 sessões), as quais foram realizadas nas dependências do clube e incorporadas na rotina diária de treinamento (técnico, tático e físico) da equipe durante o período vespertino. Porém, na primeira sessão de treinamento as jogadoras executaram apenas três séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas do TIAI para que houvesse uma familiarização com os modelos propostos. Adicionalmente, na décima sessão as atletas realizaram o TIAI na mesma intensidade prescrita da segunda sessão para comparação da carga interna entre essas sessões. Dessa forma, as atletas realizaram um total de oito sessões na intensidade e volume completos dos dois modelos propostos.

As intensidades de corrida ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) dos treinamentos intervalados de alta intensidade foram individualizadas por atleta, tendo como referência o valor percentual do PV que cada jogadora atingiu no FIET, sendo que no grupo do $\text{TIAI}_{7,5\times 7}$ o valor foi de 86-91 % PV_{FIET} , enquanto que no $\text{TIAI}_{15\times 15}$ foi de 83-88 % PV_{FIET} (quadros 1 e 2).

A sobrecarga durante a periodização dos microciclos referentes aos dois modelos ($\text{TIAI}_{7,5\times 7,5}$ vs. $\text{TIAI}_{15\times 15}$) se deu de forma individualizada por meio do aumento da distância de corrida em um metro após a atleta apresentar valores de FC inferiores a 90 % de sua FC_{max} em duas sessões consecutivas, que equivale a aproximadamente 6 % na intensidade do PV_{FIET} .

Para quantificação da carga interna de cada sessão de TIAI foi usado o monitor cardíaco para mensuração da FC, enquanto que, para obtenção das medidas de percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão foi utilizada a escala CR-10 de Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001). Também foram realizadas coletas de sangue no final de cada série da segunda sessão de TIAI e nos minutos três e cinco da recuperação para determinação dos níveis de concentração de lactato sanguíneo ([Lac]).

Para garantir o rigor do treinamento, todas as sessões foram controladas pelo preparador físico da equipe, pela pesquisadora e por um pesquisador colaborador.

Durante o período da pesquisa as sessões de treinamento técnico e tático, com duração de duas horas, aconteceram de segunda a sexta-feira no período da manhã e foram coordenados pelo técnico da equipe. Por sua vez, as sessões de duas horas de treinamento físico realizado na segunda e quarta-feira a tarde foram usadas para aplicação dos dois modelos de TIAI propostos e dos pré e pós-testes. Esse momento inicial de treino foi dirigido pela pesquisadora sob a supervisão do preparador físico da equipe, o qual coordenou o restante do tempo da sessão com exercícios específicos planejados pelo mesmo. Como complemento do trabalho físico as atletas realizavam musculação durante uma hora na terça e quinta-feira a tarde.

3.4.1 Controle das variáveis

Para prevenir a interferência de fatores que possam influenciar os resultados da pesquisa (KARASIAK et al., 2011) foram controladas algumas variáveis que serão descritas na sequência:

a) Aquecimento anterior ao treinamento: Antes da aplicação de cada sessão de treinamento intervalado de alta intensidade foi realizado um aquecimento de dois minutos, sendo que cada subgrupo da equipe executou as corridas com mudança de direção padronizadas de acordo com os dois modelos de treinamento ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ = uma mudança vs. $TIAI_{15 \times 15}$ = três mudanças).

b) Carga de treinamento: O volume e intensidade dos dois modelos de treinamento ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) foram controlados por meio do número pré estabelecido de séries, repetições e tempo de recuperação entre cada série e sessão durante todo o período do experimento.

c) Recuperação do treinamento: O período de recuperação entre cada sessão de treinamento (≥ 48 horas) foi o mesmo para todas as atletas participantes do estudo.

d) Nível inicial de treinamento: A equipe possui um nível homogêneo de estado de treinamento físico.

e) Posição que ocupa na quadra: Participaram do estudo somente as atletas que jogam na linha, excluindo-se as goleiras.

f) Tempo entre avaliações: A realização dos pré e pós-testes foram separados por um período de cinco semanas e, do

mesmo modo que a intervenção, executados no mesmo período da pesquisa.

g) Idade: Todas as jogadoras da equipe de futsal que participaram da pesquisa pertencem às categorias adulto, sub-20 e sub-17 e possuem idade compreendida entre 16 e 23 anos.

h) Sexo: Todas as jogadoras da equipe de futsal que participaram da pesquisa (n = 16) são do sexo feminino.

i) Hidratação: As participantes foram orientadas a comparecer e permanecer hidratadas para realização das avaliações.

j) Treinamento técnico, tático e físico: As jogadoras da equipe de futsal que participaram da pesquisa realizaram o mesmo treinamento técnico, tático e físico durante o período da intervenção.

3.5 Protocolos de laboratório

3.5.1 Avaliação antropométrica

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos em Alvarez e Pavan (2003) e Benedetti, Pinho e Ramos (2003). A massa corporal foi medida utilizando-se uma balança com resolução de 0,1 kg (TOLEDO®). Para a determinação da estatura foi utilizado um estadiômetro com resolução de 1 mm (SANNY®). Foram medidas quatro dobras cutâneas (dc), com o

adipômetro científico com resolução de 1 mm (CESCORF®). A densidade corporal (DC) foi estimada pela equação (1) Jackson, Pollock e Ward (1980), validada para atletas do sexo feminino e idade entre 11 e 27 anos (HEYWARD; STOLARCZYK, 2000), com aplicação deste valor para estimar o percentual de gordura deste por meio da equação (2) de Siri (1961).

$$DC = 1,096095 - 0,0006952 \times (\Sigma 4dc) + 0,0000011 (\Sigma 4dc)^2 - 0,0000714 \times (\text{idade}) \quad (1)$$

Onde: $\Sigma 4dc$ = somatório 4 dobras cutâneas (tríceps + supra-íliaca anterior + abdominal + coxa média)

$$\%GC = [(5,01/DC) - 4,57] \times 100 \quad (2)$$

3.5.2 Protocolos retangular e incremental em esteira rolante para determinação das variáveis aeróbias

O teste submáximo de carga retangular para a determinação da EC e o teste máximo de cargas progressivas para mensuração do $VO_2\text{max}$, $FC\text{max}$, $vVO_2\text{max}$, pico de velocidade (PV_{TIER}) e $vLTF2$, foram realizados em esteira rolante motorizada (IMBRAMED, modelo 10.200).

Inicialmente as jogadoras realizaram o teste submáximo com velocidade constante de 8 km.h^{-1} e 1% de inclinação com duração de seis minutos, tendo o VO_2 medido no minuto final por meio do gás expirado pelo analisador de gases (COSMED,

modelo Quark CPET), a partir do qual se determinou a EC (CASTAGNA et al., 2009).

Na sequência, após três minutos de intervalo, as atletas executaram o teste máximo com a velocidade inicial de 9 km.h⁻¹ e 1% de inclinação com incrementos de 1 km.h⁻¹ a cada 3 minutos até a exaustão voluntária.

O VO₂ foi mensurado respiração a respiração durante todo o procedimento a partir do gás expirado por meio do analisador de gases (COSMED, modelo Quark CPET) com os dados reduzidos a média de 15 segundos. O VO₂max foi adotado como o maior valor de 15 segundos obtido durante o teste. Para considerar que o indivíduo realizou um teste máximo foram adotados os seguintes critérios: quociente respiratório (R) maior que 1,10; platô de VO₂ (variação do VO₂ menor do que 150 mL.min⁻¹ ou 2,1 ml.kg⁻¹.min⁻¹ para um aumento de 1 km.h⁻¹ na velocidade); 90% da FCmax predita pela idade (LAURSEN et al., 2002) e concentração de lactato maior que 8 mmol.L⁻¹ ao final do teste (BASSET; HOWLEY, 2000; SILVA; TORRES, 2002). A calibração do analisador de gases (ar ambiente, gás padrão e turbina) foi realizada antes de cada teste de acordo com as recomendações do fabricante.

A FC foi registrada com o uso do frequencímetro incorporado ao analisador de gases, que permitiu registrar e armazenar os valores do comportamento da FC em sincronia com os valores de VO₂. A FCmax foi identificada como a maior

média de cinco segundos obtida durante o teste (CASTAGNA et al., 2009).

A $v\text{VO}_2\text{max}$, foi considerada como sendo a menor intensidade de exercício na qual ocorreu o VO_2max durante o teste (BILLAT et al., 1996; BILLAT et al., 1999).

O PV_{TIER} foi determinado como a máxima velocidade de corrida obtida durante o teste (NOAKES, 1988).

Para dosagem do lactato sanguíneo houve um intervalo de 30 segundos entre cada estágio do teste para coleta de 25 μL de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado, o qual foi imediatamente transferido para microtubos de polietileno com tampa (Eppendorff) de 1,5 mL, contendo 50 μL de solução de NaF 1% e armazenado em gelo (BILLAT et al., 2000). A análise do lactato foi realizada por meio de um analisador bioquímico (YSI 2700, modelo *Stat Select*) que possui precisão de 2 %, sendo que a calibração foi realizada antes da leitura da amostra de sangue por meio do uso de uma solução de concentração conhecida ($0,50 \text{ g.L}^{-1}$), de acordo com as recomendações do fabricante. O segundo limiar de transição fisiológica foi determinado por meio da identificação da menor relação entre o lactato sanguíneo e a velocidade no teste. A partir disso, foi adicionado o valor de $1,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ para identificação da $v\text{LTF2}$ por meio de uma interpolação linear (lactato x velocidade) (BERG et al., 1990; GROSSL et al., 2011).

3.5.3 Protocolo na plataforma de força para determinação dos saltos verticais

Para determinação da potência de membros inferiores, as jogadoras realizaram uma série de saltos verticais *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ), de acordo com o protocolo proposto por Bosco (1999).

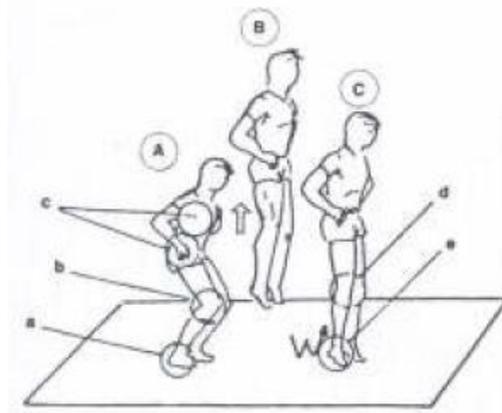
Todas as variáveis foram mensuradas na plataforma de força (*QUATTRO JUMP*, modelo 9290AD) tipo piezométrica, na qual as informações adquiridas foram transmitidas via cabo a um computador na frequência de 500 Hz.

Todos os saltos possuem índice de fidedignidade de 0,94 e 0,97 para especificidade. A partir disso foi analisada a variável altura de salto (h), calculada pelo *software Quatro Jump* pelo método de integração dupla, considerada o melhor indicador da potência muscular de membros inferiores (BOSCO et al., 1982). Por meio dos valores de força obtidos na plataforma, de massa corporal do indivíduo e da velocidade inicial conhecida, foi calculada a velocidade instantânea. Para obter o valor de h , basta conhecer a variação da velocidade, ou seja, o impulso gerado durante a fase propulsiva do salto, de acordo com a equação 3.

$$h = \int (v - v_0) dt, \text{ Onde: } h = \text{altura do salto; } v = \text{(3)}$$

velocidade final; v_0 = velocidade inicial; dt = intervalo de tempo infinitesimal.

O SJ (figura 5) foi realizado utilizando somente a ação concêntrica dos músculos extensores do joelho para estimar a potência muscular e a habilidade de recrutamento neural do atleta. O protocolo estabelece que o sujeito realize um salto vertical a partir de uma posição estática com o ângulo do joelho em aproximadamente 90° , com o tronco o mais vertical possível e as mãos na cintura. O salto deve ser executado sem contra movimento para não acelerar o centro de gravidade (CG) para baixo. Foram realizadas três tentativas para o SJ, sendo considerada para análise a maior h obtidas nas mesmas.



A = posição inicial. B = salto. C = aterrissagem.

Figura 5. Ilustração da realização do SJ (BOSCO, 1999).

O CMJ (figura 6) foi realizado utilizando a contribuição do ciclo alongamento-encurtamento (CAE), objetivando estimar a potência muscular associada com o aproveitamento da energia elástica dos músculos extensores do joelho. Neste protocolo, o

indivíduo executou os saltos verticais a partir de uma posição em pé, com as mãos na cintura, sendo o mesmo precedido por um contra movimento, o qual consiste em uma aceleração para baixo do CG, flexionando os joelhos até próximo aos 90°. Durante o salto, o tronco foi mantido o mais vertical possível. Foram realizadas três tentativas para o CMJ, sendo considerada para análise a maior h obtidas nas mesmas.



A = posição inicial. B = ângulo do joelho próximo a 90°. C = joelho em completa extensão no salto. D = aterrissagem.

Figura 6. Ilustração da realização do CMJ (BOSCO, 1999).

3.5.4 Protocolo no dinamômetro isocinético para determinação das variáveis de torque

Para identificação do torque excêntrico/concêntrico dos músculos flexores (isquiotibiais) do joelho e concêntrico/excêntrico dos músculos extensores (quadríceps) do joelho com cada membro foi usado um dinamômetro isocinético

(BIODEX MEDICAL SYSTEMS, modelo Biodex Systems 3). Após a familiarização do movimento, as jogadoras realizaram duas contrações isocinéticas máximas de extensão/flexão para determinação do torque máximo concêntrico/excêntrico dos músculos extensores do joelho ($PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$) e, após um período de cinco minutos de recuperação, elas executaram mais duas contrações isocinéticas máximas de extensão/flexão para mensuração do torque excêntrico/concêntrico dos músculos flexores do joelho ($PT_{ECC-FLE}$, $PT_{CON-FLE}$), sendo que o torque máximo foi considerado o maior valor medido (SMALL et al., 2010). Esses procedimentos foram realizados na velocidade de $120.s^{-1}$, considerada uma das mais rápidas para garantir a segurança na avaliação excêntrica (RAHNAMA et al., 2003).

Para a determinação do torque excêntrico/concêntrico dos músculos flexores e do torque concêntrico/excêntrico dos músculos extensores do joelho, as atletas ficaram posicionadas na posição sentada, presas de forma segura à cadeira por dois cintos cruzados sobre o tronco, a partir do ombro, um cinto na região do quadril e um no terço distal da coxa, sendo que o ângulo entre o quadril e a coxa foi de 85° e a amplitude do movimento foi de aproximadamente 70° , considerado que 0° indica à extensão completa do joelho e 70° a flexão. O braço de alavanca foi preso na perna logo acima do tendão de Aquiles e este braço de alavanca teve seu eixo de rotação alinhado com o côndilo lateral do fêmur. Como as avaliações foram realizadas em dois momentos (pré e pós-treinamento) os dados de ajuste

da cadeira (*chair settings*) foram anotados em uma ficha para serem replicados na segunda vez.

Os valores de torque isocinético, posição e velocidade angular do joelho foram extraídos do *software Biodex Advantage* e tabulados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel. Para filtrar as curvas de torque foi usado o filtro *Butterworth* do tipo passa-baixa (10 Hz). Na sequência foi aplicada uma rotina desenvolvida por dal Pupo, Detanico e dos Santos (2014) em ambiente MatLab (The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA), para identificação do pico de torque isocinético excêntrico/concêntrico dos músculos flexores e do torque concêntrico/excêntrico dos músculos extensores do joelho.

3.6 Protocolos de campo

3.6.1 *futsal Intermittent Endurance Test* (FIET)

O FIET, proposto por Castagna e Barbero Álvarez (2010), consiste de corridas vai-e-vem (*shuttle run*) de 45 metros (3 x 15 metros), os quais são intercaladas por 10 segundos de recuperação ativa, sendo que há um período maior de 30 segundos de pausa após cada bloco de oito repetições (8 x 45 metros) (figura 7). A velocidade inicial do teste é de 9 km.h^{-1} , com incrementos de $0,33 \text{ km.h}^{-1}$ durante as nove primeiras voltas (9 x 45 metros), mudando na sequência para $0,20 \text{ km.h}^{-1}$ a cada 45 metros (figura 8). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), que

determina a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas demarcadas no solo (15 metros) e também sinalizadas por cones. O teste finaliza quando a avaliada atrasar mais do que 1,5 metros em relação à linha de referência de 15 metros por duas vezes consecutivas ou no momento que a mesma atingir exaustão voluntária. O índice de correlação intraclasse (ICC) e o coeficiente de variação (CV) do protocolo FIET foram 0,95 e 3,9%, respectivamente (CASTAGNA; BARBERO ALVAREZ, 2010). A partir do FIET foi possível determinar a $FC_{max_{FIET}}$ e o PV_{FIET} identificado como a maior velocidade alcançada pelas atletas durante o teste em $km.h^{-1}$.

Durante as duas execuções do FIET foram usados monitores cardíacos para mensuração da FC a fim de quantificar a carga interna.

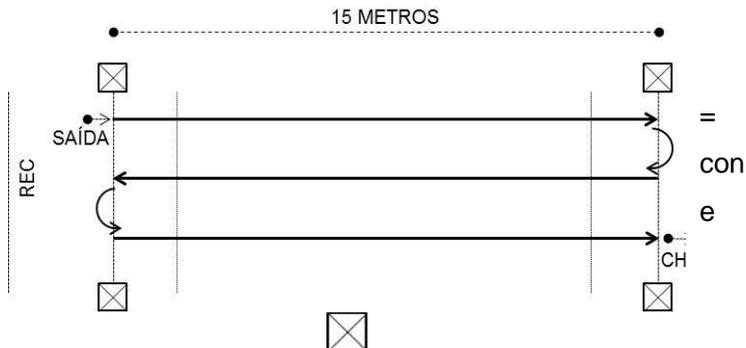


Figura 7. Esquema ilustrativo do *Futsal Intermittent Endurance Test* (FIET).

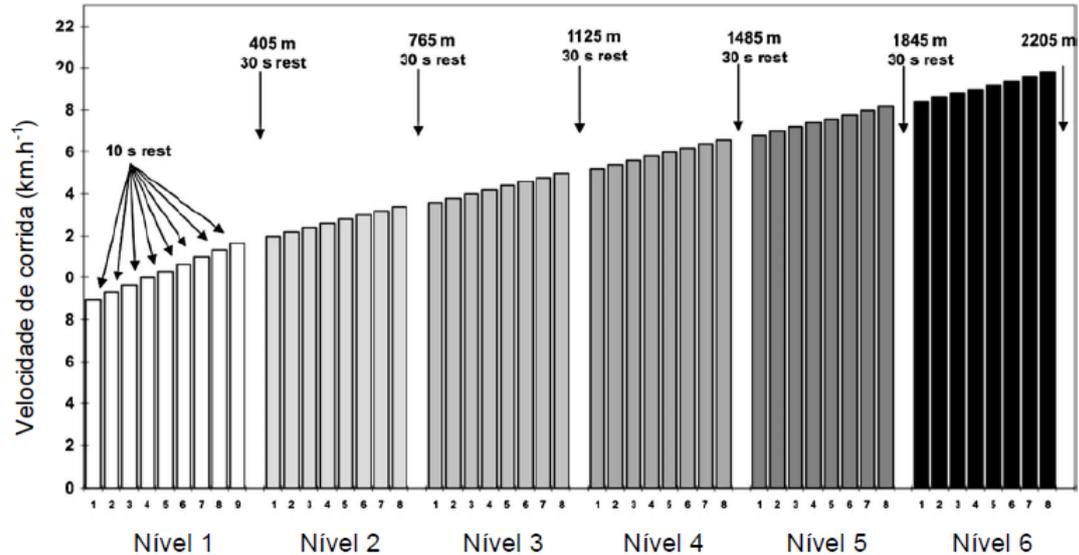


Figura 8. Esquema ilustrativo do perfil do protocolo do *Futsal Intermittent Endurance Test* (FIET) (CASTAGNA; BARBERO ALVAREZ, 2010).

3.6.2 *Maximal Shuttle Run Test (40-m MST)*

Para determinação das variáveis relativas à capacidade anaeróbia láctica (tempo médio (TM), índice de fadiga (IFF)) e aláctica (melhor tempo (MT)) foi realizado o teste de *sprints* repetidos 40-m MST (figura 9), proposto por Baker, Ramsbottom e Hazeldine (1993), que apresenta alta reprodutibilidade para o TM (CCI = 0,91) e o MT (CCI = 0,92) (GLAISTER et al., 2009). O protocolo é composto por oito *sprints* de 40 metros com duas mudanças de direção de 180 ° cada (10° e 30° metros do percurso) e período de recuperação de 20 segundos entre cada *sprint*. A atleta iniciou o teste no ponto médio entre os 20 metros, marcado por um par de fotocélulas eletrônicas (*Speed Test 4.0*). Em seguida a mesma corre 10 metros até a primeira marca, retorna e corre novamente por 20 metros em direção oposta até a segunda marca, e para finalizar, corre mais 10 metros até passar novamente pelas fotocélulas. As jogadoras foram estimuladas verbalmente para executar o máximo esforço em cada *sprint*. Antes de realizar o teste as atletas foram instruídas a executar o percurso em baixa intensidade para familiarização. O IFF foi calculado por meio da equação (4) proposta por Fitzsimons et al. (1993), que representa o decréscimo relativo do tempo de realização dos *sprints*.

$$\text{IFF} = (\sum 8\text{TEMPOS} / \text{MT} \times 8) \times 100 - 100 \quad (4)$$

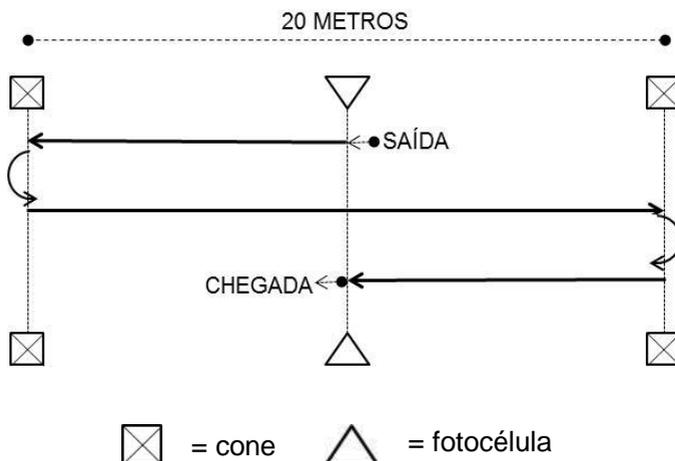


Figura 9. Esquema ilustrativo do *Maximal Shuttle Run Test* (40-m MST).

3.7 Partidas simuladas

Para execução das duas partidas simuladas, a equipe ($n = 16$) foi dividida pelo técnico em quatro subgrupos de quatro jogadoras cada (Q1, Q2, Q3, Q4) com nível homogêneo no estado técnico, tático e físico.

Os jogos foram compostos por dois tempos cronometrados de 20 minutos cada separados por um intervalo de 10 minutos. Durante os cinco minutos iniciais do primeiro período da partida (1^o - 5^o minuto) o subgrupo 1 enfrentou o 2 (Q1 vs. Q2) para então o quarteto 3 jogar contra o 4 (Q3 vs. Q4) por mais cinco minutos (6^o - 10^o minuto). Na sequência os subgrupos 1 e 2 (Q1 vs. Q2) retornaram para a quadra (11^o - 15^o

minuto) e então os quartetos 3 e 4 (Q3 vs. Q4) jogaram novamente por mais cinco minutos (16^o - 20^o minuto). O mesmo ocorreu no segundo período de jogo e assim cada atleta permaneceu em quadra por um total de 20 minutos cronometrados (4 x 5 minutos).

Na partida simulada pós-TIAI, duas jogadoras do modelo TIAI_{7,5x7,5} e três do TIAI_{15x15} não participaram por motivo de lesão e foram substituídas, resultando em um número final de 11 (TIAI_{7,5x7,5}: n = 5 e TIAI_{15x15}: n = 6) para análise das variáveis de performance DT e DPP.

Durante os dois jogos a comissão técnica estimulou as atletas constantemente a desenvolver a performance em quadra de forma similar às competições oficiais.

As partidas foram filmadas por duas câmeras de vídeo digitais (SONY, modelo HDV 1080i/minidv e SONY, modelo HDR/xr100) ajustadas a uma frequência de aquisição de 30 Hz (720 X 480 pixel e 24-bit de resolução de cor), as quais foram posicionadas estrategicamente em dois cantos da parte superior do ginásio, cada uma cobrindo aproximadamente 3/4 da área total da quadra (Figura 10) para que fossem capturadas todos os deslocamentos realizados pelas atletas durante os jogos simulados.



Figura 10. Área de cobertura das câmeras durante as duas partidas simuladas (pré e pós-intervenção).

Para a análise cinemática dos deslocamentos realizados pelas jogadoras foi empregado o *software* DVideo de sistema de

rastreamento automático (*tracking computacional*) (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2006; BUENO et al., 2014).

Os procedimentos de sincronização, calibração bidimensional, filtragem morfológica, marcação dos quadros e reconstrução bidimensional foram executados de forma sequencial.

As imagens transferidas para os computadores foram sincronizadas para identificação dos eventos comuns às duas câmeras, sendo que na sequência as posições das atletas como uma função do tempo foram obtidas por meio de um sistema de seguimento automático (BUENO et al. 2014).

A calibração bidimensional foi realizada por meio da marcação de 21 pontos controle da superfície da quadra de jogo com distâncias reais previamente mensuradas, definindo-se previamente que o eixo “x” representaria o comprimento da quadra e o eixo “y” sua largura.

A filtragem morfológica (segmentação) consistiu de uma série de passos executados por meio de um algoritmo específico (BARROS et al., 2010) para identificação automática das trajetórias das atletas na quadra, em ambiente DVídeo. Durante esse processo foram extraídas as imagens das jogadoras dos elementos restantes (figura 11), para então ser realizada binarização das sequências de imagens (figura 12) (MISUTA, 2004; FIGUEROA; LEITE E BARROS, 2006; BARROS et al., 2010).

As marcações dos quadros que não ocorreram automaticamente sofreram correção manual, sendo que ao final, as matrizes de dados contendo as informações referentes à posição bidimensional de cada uma das jogadoras em função do tempo foram obtidas pela reconstrução 2D pelo método *Direct Linear Transformation* (DLT) (ABDEL-AZIZ; KARARA, 1971).

As matrizes de dados da reconstrução bidimensional (2D) obtidas ao final da marcação dos quadros foram exportadas para o ambiente MatLab (The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts, USA), com os dados filtrados pelo filtro *Butterworth* do tipo passa-baixa de terceira ordem (0,4 Hz) (MOURA et al., 2012, BUENO et al., 2014), selecionada após análise residual (WINTER, 2009).

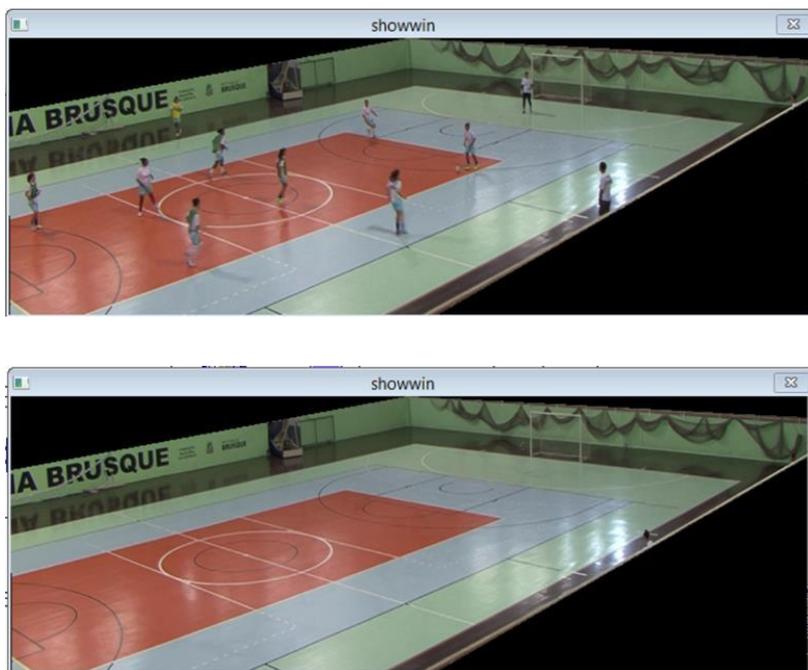


Figura 11. Seleção da região de interesse a ser analisada (acima) e cálculo e extração do fundo de quadra (abaixo) das seqüências de imagens de uma das câmeras.

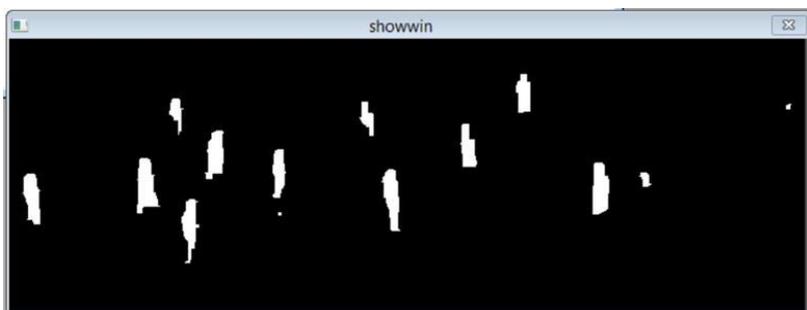


Figura 12. Binarização dos elementos restantes após a extração do fundo de quadra das sequências de imagens de uma das câmeras.

A DT, expressa em m, foi calculada por meio de uma rotina específica, considerando a soma cumulativa do deslocamento entre dois frames consecutivos. Adicionalmente, foram calculadas as distâncias percorridas em relação à DT em cada uma das faixas de velocidade pré-definidas (DPP) e o percentual deste valor.

Para identificação das DPP foi realizada uma classificação de faixas de velocidade durante as partidas de acordo com o proposto por Castagna et al., (2009) e Bueno et al. (2014), como descrito na sequência: 1) parado ou andando ($0,0 \leq V1 \leq 6,0 \text{ km.h}^{-1}$); 2) corrida de baixa intensidade ($6,1 < V2 \leq 12,0 \text{ km.h}^{-1}$); 3) corrida de moderada intensidade ($12,1 < V3 \leq 15,4 \text{ km.h}^{-1}$); 4) corrida de alta intensidade ($15,5 < V4 \leq 18,3 \text{ km.h}^{-1}$); e 5) *sprint* ($V5 > 18,4 \text{ km.h}^{-1}$).

Os valores de temperatura (T) e umidade relativa do ar (URA) registrados na primeira partida (pré-TIAI) foram $T = 32^{\circ}$ e $URA = 65 \%$, enquanto que na segunda (pós-TIAI) foram $T = 28^{\circ}$ e $URA = 65 \%$.

A reprodutibilidade dos valores de FC máxima e FC média e as correlações intraclases observadas demonstraram reprodutibilidade quase perfeita para a FC máxima (0,93, $p < 0,01$) e muito alta para a FC média (0,89; $p < 0,01$), com erro técnico de medida (ETM) de 1,08 % e 1,60 %, respectivamente, entre dois jogos simulados de atletas de elite de futsal (CARMINATTI; FERNANDES (2012), dados não publicados).

3.8 Monitoramento da carga interna

A FC foi registrada e armazenada a cada cinco segundos por meio monitor cardíaco (Polar, modelo S610i) durante as duas execuções do FIET (pré e pós-TIAI) e as 10 sessões dos TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$).

As medidas de PSE das 10 sessões de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$) foram obtidas por meio da escala CR-10 de Borg (1982) modificada por Foster (2001), que foi apresentada às jogadoras 15 minutos após o término de cada sessão de treinamento (PEDRO, et al., 2014). Após a pergunta “Como foi a sua sessão de treino?”, as atletas apontaram na escala (figura 10) um descritor de 0 a 10, sendo 0 para a condição de repouso absoluto e 10 para o maior esforço realizado pela mesma. Para

quantificação da carga interna por meio da PSE de cada sessão foi calculado o produto da duração total da sessão, considerando o aquecimento (29 minutos) pelo valor (score) apontado na escala PSE CR-registrado 15 minutos após o término da sessão¹⁰ (NAKAMURA; MOREIRA; AOKI, 2010; PEDRO, et al., 2014). O produto da PSE (intensidade na classificação) pela duração da sessão (volume) foi expresso em unidades arbitrárias (ua).

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

Figura 13. Escala 0-10 de Foster et al. (2001).

Para determinar a concentração de lactato após a aplicação da segunda sessão de treinamento foram realizadas

coletas de sangue imediatamente após cada série e nos minutos três e cinco da recuperação. Para isso, foram coletados 25 μ L de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado, o qual foi imediatamente transferido para microtubos de polietileno com tampa - tipo Eppendorff - de 1,5 mL, contendo 50 μ L de solução de NaF 1% e armazenado em gelo. A análise do lactato foi realizada por intermédio de um analisador bioquímico (YSI 2700, modelo *Stat Select*) que possui precisão de 2 %.

3.9 Análise estatística

Os dados foram apresentados por meio de estatística descritiva na forma de média e desvio-padrão (DP) e coeficiente de variação (CV), sendo que foi usado os critérios estabelecidos por Gomes (1990) para determinar a homogeneidade das variáveis. A normalidade dos dados e dos resíduos foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk* e para os dados que não apresentaram normalidade aplicou-se a transformação *Box-Cox*. Para verificar se houve diferença entre as variáveis de FC, PSE e [Lac] entre os dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) foi utilizado o teste t para amostras independentes (dados paramétricos) ou teste de *Mann-Whitney* (dados não-paramétricos). Para verificar se houve diferença entre a FCmax registrada no FIET e a FCmax registrada no TIER foi utilizado o teste t para amostras dependentes (dados paramétricos) ou teste de *Wilcoxon* (dados não-paramétricos). A análise de variância

ANOVA modelo misto (grupo vs. tempo) foi usada para analisar as diferenças entre os grupos (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) e entre os períodos pré e pós-intervenção, assim como a interação entre estes fatores. O teste *post-hoc* de *Bonferroni* foi aplicado nos casos em que foram observadas diferenças. O nível de significância adotado foi fixado em $p \leq 0,05$, sendo que as análises foram realizadas no programa *Statistical Package for Social Sciences Windows*® (SPSS versão 17.0). Para analisar a magnitude dos efeitos causados pelo treinamento foi calculado o *Effect Size* (EF) por meio do software G*Power 3.1. Para classificação dos coeficientes de magnitude foram adotados os critérios estabelecidos por Batterham e Hopinks (2006), como descritos a seguir: < 0,2 = trivial; 0,2-0,6 = pequeno; 0,6-1,2 = moderado; 1,2-2,0 = grande; 2,0-4,0 = muito grande.

4. RESULTADOS

4.1 Carga interna do treinamento

Os valores de FC e percentual da FC em relação à máxima obtida no *Futsal Intermittent Endurance Test* (%FCmax-FIET) registrados durante as 10 sessões (S) dos dois modelos de TIAI estão apresentados na Tabela 1 e Figura 14, respectivamente. Pode-se observar que não foi encontrada diferença significativa na FC ($t = -1,137$, $p = 0,893$) e no %FCmax-FIET ($t = 0,517$; $p = 0,611$) entre o TIAI_{7,5x7,5} e o TIAI_{15x15}.

Tabela 1. Valores de FC (bpm) registrados durante as 10 sessões dos dois modelos de TIAI.*

	Frequência Cardíaca (bpm)										Média±DP	CV
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10		
TIAI_{7,5x7,5} (n=7)	194 ±5	188 ±9	187 ±7	183 ±5	187 ±9	182 ±8	181 ±8	188 ±5	185 ±5	181 ±7	186 ±4	2%
TIAI_{15x15} (n=9)	193 ±7	190 ±6	184 ±5	181 ±8	188 ±7	179 ±4	189 ±7	188 ±6	191 ±8	176 ±8	186 ±6	3%

*Dados expressos em média ± DP. TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa (Carminatti, 2014). TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa (Carminatti, 2014).

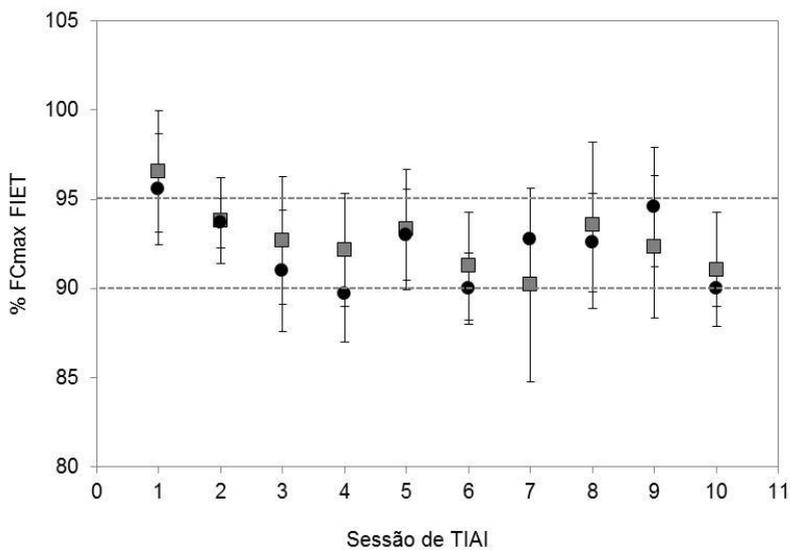


Figura 14. Valores de FC registrados durante as 10 sessões de TIAI propostos por Carminatti (2014) em relação à FC máxima obtida no *Futsal Intermittent Endurance Test* (FIET).

■ = TIAI_{7,5x7,5} ● = TIAI_{15x15}

Os valores de percepção subjetiva de esforço (PSE) e o cálculo de PSE da sessão (produto da duração total da sessão, de 29 minutos, pelo score apontado na escala PSE CR-10) obtidos nas 10 sessões dos dois modelos de TIAI estão apresentados na Tabela 2 e Figura 15, respectivamente.

Pode-se observar que não foi encontrada diferença significativa na PSE ($t = -1,342$; $p = 0,215$) e na PSE da sessão ($t = -1,248$; $p = 0,228$) entre o TIAI_{7,5x7,5} e o TIAI_{15x15}.

Tabela 2. Valores de PSE obtidos durante as 10 sessões dos dois modelos TIAI.*

	Percepção Subjetiva de Esforço (score)										Média±DP	CV
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10		
TIAI_{7,5x7,5} (n=7)	5,2 ±1,0	4,2 ±0,7	4,4 ±0,5	4,2 ±0,4	4,3 ±0,4	3,9 ±0,6	3,4 ±0,5	3,7 ±0,8	4,5 ±0,8	2,2 ±1,0	4,0 ±0,7	18,4%
TIAI_{15x15} (n=9)	6,1 ±1,8	4,2 ±0,4	4,6 ±0,7	4,4 ±0,6	4,5 ±0,9	4,0 ±0,5	4,5 ±0,8	4,4 ±0,9	5,4 ±1,4	2,8 ±0,5	4,5 ±0,9	19,1%

*Dados expressos em média ± DP. TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa (Carminatti, 2014). TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa (Carminatti, 2014).

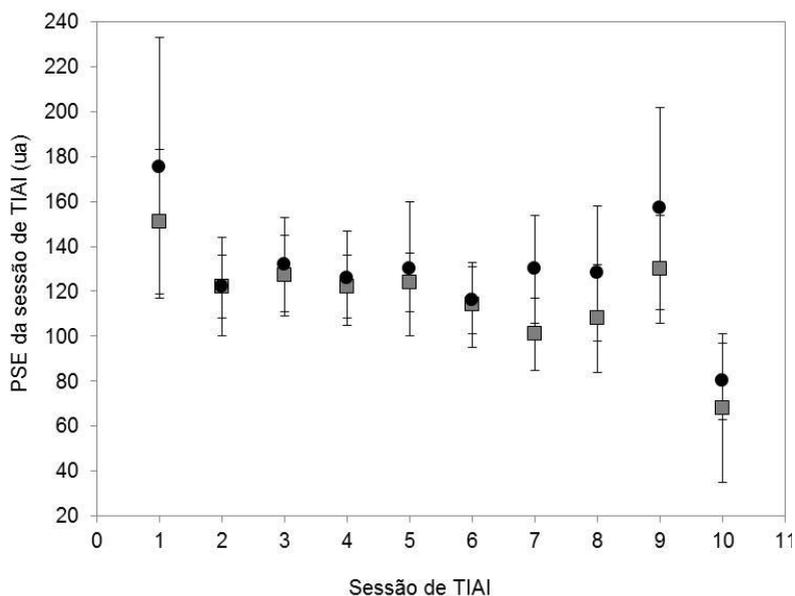


Figura 15. Valores de PSE da sessão (produto da duração total da sessão pelo score apontado na escala PSE CR-10) obtidos nas 10 sessões de TIAI propostos por Carminatti (2014).

■ = TIAI_{7,5x7,5} ● = TIAI_{15x15}

Os valores de concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) obtidos em uma sessão dos dois modelos de TIAI estão apresentados na Tabela 3 e Figura 16.

Pode-se observar que não foi encontrada diferença significativa na segunda sessão ($t = -1,236$; $p = 0,996$) entre o $\text{TIAI}_{7,5 \times 7,5}$ e o $\text{TIAI}_{15 \times 15}$. Desse modo, aceita-se a hipótese nula, ou seja, rejeita-se H_1 que indica valores maiores de [Lac] no modelo $\text{TIAI}_{15 \times 15}$.

Tabela 3. Valores de [Lac] coletados durante a segunda sessão dos dois modelos de TIAI.*

	Concentração de lactato sanguíneo (mmol.L ⁻¹)						CV
	Aquecimento	Série 1	Série 2	Série 3	Série 4	Média±DP	
TIAI_{7,5x7,5} (n=7)	1,51 ±0,50	2,73 ±1,31	4,43 ±0,86	4,86 ±1,23	5,54 ±1,51	3,81 ±1,66	43,43%
TIAI_{15x15} (n=9)	1,73 ±0,59	3,79 ±1,21	4,53 ±1,40	5,08 ±2,08	5,75 ±2,51	4,18 ±1,54	36,95%

*Dados expressos em média ± DP. S = Sessão de treinamento. $\text{TIAI}_{7,5 \times 7,5}$ = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa (Carminatti, 2014). $\text{TIAI}_{15 \times 15}$ = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa (Carminatti, 2014).

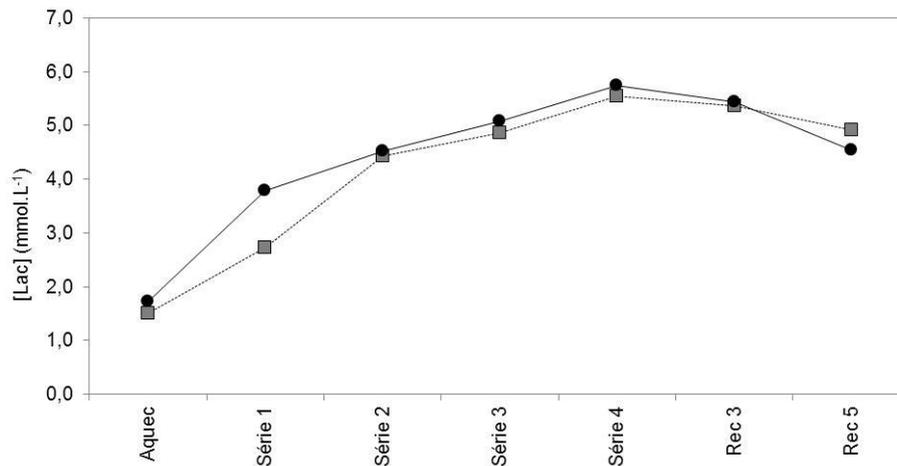


Figura 16. Visualização dos valores de concentração de lactato sanguíneo [Lac] coletados durante uma sessão dos dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) propostos por Carminatti (2014).

■ = TIAI_{7,5x7,5}

● = TIAI_{15x15}

4.2 Performance de jogo simulado

As variáveis obtidas de deslocamento de jogo obtidas nas duas partidas simuladas realizadas pré e pós-intervenção estão demonstradas na tabela 5.

Pode-se observar que em relação à performance de jogo, houve uma diminuição ao longo do tempo na variável parado/andando para os dois modelos de TIAI ($F = 19,884$; $p = 0,002$). Desse modo, aceita-se a hipótese nula, ou seja, rejeita-se H_2 que indica valores maiores para a DT somente no modelo TIAI_{15x15}.

Tabela 4. Deslocamento das jogadoras de futsal nas partidas pré e pós-TIAI.*

Variável (m)	TIAI _{7,5x7,5} (n = 5)			TIAI _{15x15} (n = 6)		
	Pré	Pós	<i>p</i>	Pré	Pós	<i>p</i>
Parado/ Andando	1000 ±50	945# ±15	0,030	1014 ±59	940# ±18	0,004
Baixa intensidade	1358 ±117	1360 ±78	0,977	1374 ±106	1402 ±50	0,524
Moderada intensidade	472 ±75	520 ±68	0,363	490 ±117	511 ±120	0,661
Alta intensidade	232 ±69	232 ±78	1,000	224 ±56	250 ±42	0,511
<i>Sprint</i>	191 ±88	161 ±115	0,315	137 ±49	179 ±55	0,131
Distância Total	3253 ±136	3218 ±182	0,831	3238 ±227	3281 ±69	0,400

*Dados expressos em média ± DP. TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa. TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa.
#Significativamente diferente do pré-treinamento no mesmo modelo de TIAI.

Os valores de *effect size* e das mudanças absoluta e relativa (%) referentes à magnitude dos efeitos causados pelos TIAI sobre as variáveis de deslocamento das jogadoras de futsal nas partidas pré e pós-TIAI estão descritos na Tabela 5.

Em relação à DT o grupo que realizou o modelo TIAI_{15x15} teve um ligeiro aumento de 1,3 ± 13 % de deslocamento, ao contrário do TIAI_{7,5x7,5} que reduziu em 1,10 ± 13 %. Sobre a distância percorrida em alta intensidade o ganho foi maior para o

TIAI_{15x15} (ES = 0,45; pequeno), quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5} (ES = 0,00; trivial). Por sua vez, destaca-se que no *sprint* o aumento foi considerado maior para o TIAI_{15x15} (ES = 1,32; grande) que para o TIAI_{7,5x7,5} (ES = 0,35; pequeno), refletindo em um deslocamento a mais nesta faixa de velocidade para o TIAI_{15x15} de $11,5 \pm 31,7$ %.

Tabela 5. *Effect Size* e mudança absoluta e relativa das variáveis de deslocamento das jogadoras de futsal nas partidas pré e pós-TIAI.

Variável	TIAI _{7,5x7,5} (n = 5)			TIAI _{15x15} (n = 6)				
	Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>	Descritor	Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>	Descritor
Parado/	-55,0	-5,5	1,13	Moderado	-74,0	-7,3	1,54	Grande
Andando	±48,1	±4,6			Mudança absoluta	Mudança relativa		
Baixa	2,0	0,13	0,02	Trivial	28,0	2,0	0,24	Pequeno
intensidade	±80,7	±6,2			Mudança absoluta	Mudança relativa		
Moderada	48,0	10,2	0,50	Pequeno	21,0	4,3	0,17	Trivial
intensidade	±96,1	±21,80			Mudança absoluta	Mudança relativa		
Alta	0,0	0,0	0,00	Trivial	25,7	9,2	0,45	Pequeno
intensidade	±120,4	±64,70			Mudança absoluta	Mudança relativa		
<i>Sprint</i>	-29,0	-15,4	0,35	Pequeno	25,7	11,5	1,32	Grande
	±85,8	±47,3			Mudança absoluta	Mudança relativa		
Distância	-35,0	-1,1	0,95	Moderado	43,0	1,30	0,38	Pequeno
Total	±242	±8,0			Mudança absoluta	Mudança relativa		

TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa. TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa.

4.3 Variáveis fisiológicas

Os valores de frequência cardíaca máxima registrados durante *Futsal Intermittent Endurance Test* (201 ± 7 bpm) e durante o teste incremental em esteira rolante (200 ± 6 bpm) na pós-intervenção não exibiram diferença significativa ($t = 0,959$; $p = 0,353$), e apresentaram um coeficiente de correlação considerado muito alto ($r = 0,86$; $p \leq 0,001$).

As variáveis obtidas no FIET (PV_{FIET}); teste incremental em esteira rolante ($VO_{2\text{max}}$, $vVO_{2\text{max}}$, PV_{TIER} , $v\text{LTF2}$); teste retangular em esteira rolante (EC) e teste de *sprint* repetido (MT, TM, IFF) estão demonstradas na tabela 6.

Observou-se que em relação às variáveis de potência aeróbia, somente o PV_{FIET} e o PV_{TIER} apresentaram diferença significativa ($F = 24,735$; $p \leq 0,001$ e $F = 24,945$; $p \leq 0,001$, respectivamente) em relação ao tempo (pré vs. pós) para os dois modelos de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$). A $v\text{LTF2}$ foi o único índice de capacidade aeróbia que exibiu diferença significativa ($F = 90,363$, $p \leq 0,001$) em relação ao tempo (pré vs. pós) para os dois modelos de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$).

O MT obtido no teste de *sprints* repetidos apresentou diferença significativa ($F = 6,815$, $p = 0,002$) em relação ao tempo (pré vs. pós) somente para o grupo $TIAI_{15 \times 15}$, distinta do TM e IFF que exibiram diferença significativa ($F = 34,203$; $p \leq 0,001$ e $F = 11,251$; $p = 0,005$, respectivamente) em relação ao

tempo (pré vs. pós) para os dois modelos de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$).

Desse modo, aceita-se a hipótese nula, ou seja, rejeita-se H_3 , H_4 e H_5 que indicavam, respectivamente, valores maiores de PV_{FIET} , PV_{TIER} , $vLTF2$, e menores na EC somente no modelo $TIAI_{15 \times 15}$. Por sua vez, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, aceita-se H_6 que indica valores menores de MT somente no modelo $TIAI_{15 \times 15}$.

Tabela 6. Variáveis fisiológicas aeróbias e anaeróbias mensuradas nos testes pré e pós-TIAI.*

Variável	TIAI _{7,5x7,5} (n = 7)			TIAI _{15x15} (n = 9)		
	Pré	Pós	p	Pré	Pós	p
PV _{FIET} (km.h ⁻¹)	14,7 ±0,8	15,7# ±0,7	0,006	14,9 ±1,0	16,1# ±1,2	0,002
VO ₂ max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	47,35 ±3,98	48,19 ±4,98	0,190	48,64 ±5,17	50,43 ±5,69	0,198
vVO ₂ max (km.h ⁻¹)	14,0 ±1,2	14,1 ±0,9	0,585	13,8 ±1,4	14,0 ±1,3	0,341
PV _{TIER} (km.h ⁻¹)	14,0 ±1,2	14,4# ±0,8	0,050	13,6 ±1,5	14,5# ±1,3	≤0,001
vLTF2 (km.h ⁻¹)	10,1 ±0,6	11,6# ±0,7	≤0,001	10,0 ±0,5	11,5# ±1,0	≤0,001
EC (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	32,87 ±2,55	33,41 ±2,41	0,322	34,22 ±2,41	33,18 ±1,95	0,851
MT (s)	8,86 ±0,25	8,77 ±0,31	0,282	8,83 ±0,46	8,64# ±0,30	0,018
TM (s)	9,39 ±0,26	9,15# ±0,29	0,007	9,33 ±0,44	8,99# ±0,34	≤0,001
IFF	6,48 ±1,38	4,46# ±1,33	0,029	5,68 ±3,87	3,99# ±1,57	0,037

*Dados expressos em média ± DP. TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa. TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa. PV_{FIET} = Pico de velocidade obtido no *Futsal Intermittent Endurance Test* (FIET). VO₂max = Consumo máximo de oxigênio. vVO₂max = Velocidade correspondente ao VO₂max. PV_{TIER}: Pico de velocidade obtido no teste incremental em esteira rolante (TIER). vLTF2 = Velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica. EC = Economia de corrida. MT = Melhor tempo obtido no *Maximal Shuttle Run Test* (40-m MST). TM = Tempo médio obtido no *Maximal Shuttle Run Test* (40-m MST). IFF = Índice de fadiga calculado pela equação proposta por Fittsimons et al. (1993).

#Significativamente diferente do pré-treinamento no mesmo modelo de TIAI.

Os valores de *effect size* e das mudanças absoluta e relativa (%) referentes à magnitude dos efeitos causados pelos TIAI sobre as variáveis fisiológicas estão descritos na tabela 7.

Pode-se observar que em relação às variáveis aeróbias o PV_{FIET} apresentou uma mudança considerada grande em relação ao tempo para o modelo $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ ($ES = 1,58$) e $TIAI_{15 \times 15}$ e ($ES = 1,20$). O ganho do PV_{TIER} após a aplicação dos dois modelos foi maior para o $TIAI_{15 \times 15}$ ($ES = 1,88$; grande), quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ ($ES = 0,86$; moderado) com um aumento relativo de 3,1% vs. 6,5%, respectivamente. Por sua vez, destaca-se que a EC apresentou melhoras somente para o $TIAI_{15 \times 15}$ ($ES = 0,68$; moderado)

Das variáveis anaeróbias, somente o MT exibiu um aumento maior do modelo $TIAI_{15 \times 15}$ ($ES = 0,77$; moderado) em relação ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ ($ES = 0,36$; pequeno). De acordo com os valores relativos, percebe-se que, tanto o MT (2,2% vs. 1,0%, respectivamente) como o TM (2,5% vs. 3,7%, respectivamente), apresentaram maiores ganho no modelo $TIAI_{15 \times 15}$.

Tabela 7. *Effect Size* e mudança absoluta e relativa das variáveis fisiológicas obtidas no pré e pós-TIAI.

Variáveis	TIAI _{7,5x7,5} (n = 7)			Descritor	TIAI _{15x15} (n = 9)			Descritor
	Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>		Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>	
PV _{FIET} (km.h ⁻¹)	1,0 ±0,6	6,6 ±4,5	1,58	Grande	1,3 ±0,8	9,0 ±5,5	1,26	Grande
VO ₂ max (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	2,7 ±3,9	5,7 ±8,0	0,69	Moderado	1,8 ±1,7	3,7 ±3,5	0,99	Moderado
vVO ₂ max (km.h ⁻¹)	0,1 ±0,7	1,0 ±5,3	0,14	Trivial	0,2 ±0,8	1,6 ±6,0	0,37	Trivial
PV _{TIER} (km.h ⁻¹)	0,4 ±0,5	2,9 ±3,8	0,86	Moderado	0,8 ±0,5	6,2 ±4,3	1,88	Grande
vLTF2 (km.h ⁻¹)	1,5 ±0,5	14,6 ±4,7	3,22	Muito Grande	1,5 ±0,7	15,0 ±6,9	2,07	Muito Grande
EC (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	0,5 ±1,8	1,6 ±5,5	0,30	Pequeno	-0,9 ±1,6	-2,6 ±4,4	0,68	Moderado
MT (s)	-0,1 ±0,2	-1,0 ±2,8	0,36	Pequeno	-0,2 ±0,2	-2,2 ±2,0	0,77	Moderado
TM (s)	-0,2 ±0,2	-2,5 ±1,9	1,40	Grande	-0,3 ±0,2	-3,7 ±2,2	1,31	Grande
IFF	-2,0 ±2,2	-31,2 ±27,4	0,91	Moderado	-1,7 ±2,2	-29,7 ±23,4	0,62	Moderado

PV_{FIET} = Pico de velocidade obtido no FIET. VO₂max = Consumo máximo de oxigênio. vVO₂max = Velocidade correspondente ao VO₂max. PV_{TIER}: Pico de velocidade obtido TIER. vLTF2 = Velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica. EC = Economia de corrida. MT = Melhor tempo. TM = Tempo médio. IFF = Índice de fadiga.

4.4 Variáveis neuromusculares

As variáveis neuromusculares obtidas na plataforma de força a partir dos saltos verticais (SJ, CMJ) e no dinamômetro isocinético para determinação dos torques ($PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$, $PT_{CON-FLE}$, $PT_{ECC-FLE}$) estão demonstradas na Tabela 8.

Observou-se que em relação à potência de membros inferiores, os valores de altura de ambos os saltos apresentaram diferença significativa ($F = 19,387$; $p \leq 0,001$ e $F = 11,499$; $p = 0,004$, respectivamente) em relação ao tempo (pré vs. pós) para os dois modelos de TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$).

Das variáveis de torque dos músculos extensores do joelho, o $PT_{ECC-EXT}$ apresentou diferença significativa ($F = 5,962$, $p = 0,028$) em relação ao tempo (pré vs. pós) somente para o grupo $TIAI_{15 \times 15}$, diferente do $PT_{CON-EXT}$ que exibiu diferença significativa ($F = 14,109$; $p = 0,002$) em relação ao tempo (pré vs. pós) para os dois grupos ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$). Os índices referentes ao torque dos músculos flexores do joelho $PT_{CON-FLE}$ e $PT_{ECC-FLE}$ não apresentaram diferença significativa em relação aos dois modelos de TIAI ($F = 0,857$; $p = 0,382$ e $F = 4,238$; $p = 0,059$, respectivamente) e ao tempo ($F = 2,026$; $p = 0,201$ e $F = 4,478$; $p = 0,053$, respectivamente).

Desse modo, aceita-se a hipótese nula, ou seja, rejeita-se H_7 que indicava valores maiores de CMJ somente no modelo $TIAI_{15 \times 15}$. Por sua vez, rejeita-se a hipótese nula, ou seja, aceita-

se H_8 que indica valores maiores de $PT_{ECC-EXT}$ somente no modelo $TIAI_{15 \times 15}$.

Tabela 8. Variáveis neuromusculares mensuradas no pré e pós-TIAI.*

Variável	TIAI _{7,5x7,5} (n = 7)			TIAI _{15x15} (n = 9)		
	Pré	Pós	<i>p</i>	Pré	Pós	<i>p</i>
CMJ (cm)	33,1 ±2,0	35,4# ±3,3	0,016	32,09 ±3,49	34,82# ±3,99	0,003
SJ (cm)	29,6 ±2,3	32,0# ±2,8	0,020	29,89 ±3,16	32,46# ±3,22	0,050
PT _{CON-EXT} (N.m)	148,8 ±39,7	173,0# ±30,2	0,018	130,6 ±21,2	151,9# ±23,0	0,019
PT _{ECC-EXT} (N.m)	263,6 ±30,4	274,0 ±40,3	0,320	237,3 ±37,0	259,7# ±44,3	0,024
PT _{CON-FLE} (N.m)	96,6 ±19,8	108,1 ±18,8	0,674	81,9 ±13,3	92,3 ±11,4	0,167
PT _{ECC-FLE} (N.m)	155,3 ±28,9	168,4 ±21,7	0,141	135,6 ±22,4	146,3 ±19,2	0,175

*Dados expressos em média ± DP. TIAI_{7,5x7,5} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 2 x 3,75 segundos = 7,5 segundos com 7,5 segundos de pausa. TIAI_{15x15} = Treinamento intervalado de alta intensidade com 4 x 3,75 segundos = 15 segundos com 15 segundos de pausa. CMJ = *Counter movement jump*. SJ = *Squat Jump*. PT_{CON-EXT} = Pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho. PT_{ECC-EXT} = Pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho. PT_{CON-FLE} = Pico de torque concêntrico dos músculos flexores do joelho. PT_{ECC-FLE} = Pico de torque excêntrico dos músculos flexores do joelho.

#Significativamente diferente do pré-treinamento no mesmo modelo de TIAI.

Os valores de *effect size* e das mudanças absoluta e relativa (%) referentes à magnitude dos efeitos causados pelos

TIAI sobre as variáveis neuromusculares estão descritos na Tabela 9.

Pode-se destacar que, em relação aos saltos verticais, o aumento dos valores de CMJ e SJ foram maiores para o modelo TIAI_{15x15} (ES = 1,21; grande e ES = 1,37; grande, respectivamente), quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5} (ES = 0,81; moderado e ES = 0,84; moderado, respectivamente).

Em relação aos valores de torque, o PT_{ECC-EXT} teve um ganho mais expressivo no modelo TIAI_{15x15} ($10,2 \pm 8,9\%$; ES = 1,15; moderado), quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5} ($3,9 \pm 14,4\%$; ES = 0,30; trivial). Igualmente, o PT_{CON-FLE} também apresentou mudanças maiores no modelo TIAI_{15x15} (ES = 1,4; grande) em relação ao TIAI_{7,5x7,5} (ES = 0,81; moderado).

Tabela 9. *Effect Size* e mudança absoluta e relativa das variáveis neuromusculares obtidas no pré e pós-TIAI.

Variáveis	TIAI _{7,5x7,5} (n = 7)			Descritor	TIAI _{15x15} (n = 9)			Descritor
	Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>		Mudança absoluta	Mudança relativa	<i>Effect size</i>	
CMJ (cm)	2,4 ±2,8	7,17 ±8,6	0,81	Moderado	2,7 ±1,8	8,52 ±6,1	1,21	Grande
SJ (cm)	2,3 ±2,9	7,91 ±10,1	0,84	Moderado	2,5 ±1,4	8,62 ±5,2	1,37	Grande
PT _{CON-EXT} (N.m)	24,2 ±28,8	16,26 ±26,2	0,84	Moderado	21,3 ±19,7	16,27 ±17,9	1,09	Moderado
PT _{ECC-EXT} (N.m)	10,4 ±34,2	3,94 ±14,4	0,30	Trivial	22,4 ±19,2	10,2 ±8,9	1,15	Moderado
PT _{CON-FLE} (N.m)	11,5 ±14,3	11,94 ±20,3	0,81	Moderado	10,4 ±9,1	12,70 ±11,3	1,14	Grande
PT _{ECC-FLE} (N.m)	13,1 ±22,3	8,47 ±20,9	0,59	Pequeno	10,6 ±22,3	7,83 ±19,1	0,48	Pequeno

CMJ = *Counter movement jump*. SJ = *Squat Jump*. PT_{CON-EXT} = Pico de torque concêntrico dos músculos extensores do joelho. PT_{ECC-EXT} = Pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho. PT_{CON-FLE} = Pico de torque concêntrico dos músculos flexores do joelho. PT_{ECC-FLE} = Pico de torque excêntrico dos músculos flexores do joelho.

5. DISCUSSÃO

O principal objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de dois modelos de TIAI aplicados durante cinco semanas sobre a performance em jogo simulado, índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de elite de futsal feminino. Os resultados demonstraram que não houve interação significativa entre tempo e grupo ($p > 0,05$) para as variáveis investigadas, o que contraria a hipótese geral da pesquisa de que o TIAI_{15x15} (três mudanças de direção por repetição) promoveria os maiores ganhos quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5} (uma mudança de direção por repetição). Desse modo, pode-se verificar que as diferenças existentes em relação às 40 desacelerações por sessão a mais presentes no TIAI_{15x15} não foram suficientes para produzir uma sobrecarga fisiológica e neuromuscular mais significativa que no TIAI_{7,5x7,5}.

5.1 Carga interna de treinamento

Segundo Nakamura, Moreira e Aoki (2010) os métodos mais usados para avaliação da carga interna de treinamento são o monitoramento da FC, a PSE e a [Lac].

Em relação à FC, observou-se que a intensidade de esforço atingida nas 10 sessões de TIAI em relação à FC máxima obtida no FIET (%FCmax-FIET) foi de $93 \pm 2 \%$ (90 - 97 %) no modelo TIAI_{7,5x7,5} e $92 \pm 2 \%$ (90 - 96 %) no modelo

TIAI_{15x15}. Estes achados são semelhantes aos resultados de trabalhos realizados com jogadores juniores de futebol que verificaram que o treinamento intervalado na intensidade referente à zona alvo da FC de 90 – 95 % da FCmax é uma ferramenta eficiente para aumentar a capacidade e a potência aeróbia de atletas de modalidades coletivas e intermitentes em um espaço reduzido de tempo (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2006).

Adicionalmente, foi constatado que não houve diferença significativa nas respostas de FC (Tabela 1) e %FCmax-FIET (Figura 14) entre os dois grupos, corroborando os dados de Dellal et al. (2010), que encontraram valores similares de FC em corridas intermitentes realizadas por jogadores de futebol com estímulos de 10:10 segundos e 15:15 segundos em ambos os modelos de treino (linha reta vs. mudança de direção de 180°). Do mesmo modo, Fernandes da Silva (2013) também não verificou diferença nos valores de FC quando comparou dois modelos de treinamento de corrida intermitente de alta intensidade individualizadas pelo pico de velocidade obtido no T-CAR com (T12:12 segundos = 92,2 ± 2,5 %FCmax) e sem (T6:6 segundos = 90,7 ± 4,1 %FCmax) mudança de direção de 180°. Além disso, Carminatti (2014) observou o mesmo comportamento nas respostas agudas de FC de 10 jogadoras de futsal durante a aplicação dos modelos de TIAI_{7,5x7,5} (95,4 ± 1,9 %FCmax) e TIAI_{15x15} (95,4 ± 2,7 %FCmax).

De acordo com Dellal et al. (2010), as mudanças de direção dos modelos de exercícios intermitentes de curta duração parecem não provocar alterações na resposta da FC. Uma possível explicação se dá em função da recuperação passiva presente em cada repetição dos modelos propostos, que contribui para a manutenção das reservas de oxigênio na hemoglobina e mioglobina e a ressíntese dos estoques de creatina fosfato, exigindo menor participação do metabolismo aeróbio durante a execução das corridas e assim, causando menores modificações nas respostas centrais (DUPONT et al., 2003; DELLAL et al., 2010).

Considerando a PSE registrada nas 10 sessões de TIAI, pode-se verificar que não houve diferença significativa na PSE (Tabela 2) e na PSE da sessão (Figura 15) entre o TIAI_{7,5x7,5} (4 ± 1 e 117 ± 22 u.a., respectivamente) e o TIAI_{15x15} (5 ± 1 e 130 ± 25 u.a., respectivamente). Estes achados conflitam com os dados de Dellal et al. (2010), que indicaram que jogadores de futebol apresentaram valores mais elevados de PSE nas corridas intermitentes com mudança de direção de 180° vs. linha reta ($p < 0,05$) durante a execução dos três modelos de exercício intermitente (10:10 segundos, 15:15 segundos e 30:30 segundos) realizados em intensidades supra máximas ($\geq vVO_2\text{max}$). Adicionalmente, Carminatti (2014), verificou que houve diferença significativa ($p = 0,013$) entre os valores de PSE indicados por 11 jogadoras de futsal após 15 minutos da

execução de uma única sessão dos modelos de TIAI_{7,5x7,5} e TIAI_{15x15}.

No presente estudo era esperado que, quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5}, o modelo TIAI_{15x15} solicitaria uma maior demanda fisiológica das atletas, devido às contrações excêntricas realizadas durante as 40 mudanças de direção de 180° a mais, o que deveria refletir em valores maiores de PSE na realização do mesmo. A ausência dessa diferença pode ser explicada pela elevada variabilidade nas respostas de PSE e PSE da sessão para ambos os grupos TIAI_{7,5x7,5} (CV = 18,4 % e 18,7 %, respectivamente) vs. TIAI_{15x15} (CV = 19,1 % e 19,1 %, respectivamente). Outro motivo que merece destaque é a possibilidade de ter existido uma compensação proporcional da carga externa imposta pelos dois modelos. Se por um lado a velocidade de corrida correspondente ao valor percentual do PV_{FIIET} no TIAI_{7,5x7,5} (86 - 91 %PV_{FIIET}) é maior (3,1 % PV_{FIIET}) que no TIAI_{15x15} (83 - 88 %PV_{FIIET}), o número de mudanças de direção de 180° do modelo 1 (uma mudança por repetição) é menor quando comparado ao modelo 2 (três mudanças por repetição), o que poderia resultar em valores similares de PSE, contrariando o reportado por Carminatti (2014). Porém, é importante destacar que a equipe de jogadores analisada por este autor joga somente em nível estadual, enquanto que as atletas do presente estudo disputam competições nacionais. Adicionalmente, o volume de treino semanal do grupo citado (cinco períodos por semana) é inferior ao do presente estudo (dez períodos por semana). Assim,

pondera-se que essas diferenças de nível de treinamento existentes entre as equipes podem ter contribuído para os achados divergentes. Essa hipótese pode ser confirmada pelos valores menores de PSE apontados nas sessões dois a nove deste estudo ($TIAI_{7,5 \times 7,5} = 4,1 \pm 0,3$; $TIAI_{15 \times 15} = 4,5 \pm 0,4$), quando comparados com o de Carminatti (2014) ($TIAI_{7,5 \times 7,5} = 5,2 \pm 1,6$; $TIAI_{15 \times 15} = 6,3 \pm 1,9$) para a mesma carga externa realizada.

Assim como a PSE, a concentração sanguínea de lactato ([Lac]) registrada após cada série de TIAI também não apresentou diferença significativa na segunda sessão analisada para os dois modelos apresentados (Tabela 3 e Figura 16). Por outro lado, Dellal et al. (2010) observaram que jogadores de futebol apresentaram valores de [Lac] superiores durante a realização de corridas intermitentes realizadas em intensidade supra vVO_2 máx com mudança de direção de 180° vs. linha reta nos exercícios de 30:30 segundos ($p \leq 0,5$), de 15:15 segundos ($p \leq 0,01$) e de 10:10 segundos ($p \leq 0,01$). Além disso, Carminatti (2014) verificou que 11 jogadoras de futsal de nível estadual ($19,1 \pm 1,7$ anos) exibiram valores de [Lac] significativamente diferentes ($p = 0,004$) durante a realização dos dois modelos TIAI ($TIAI_{7,5 \times 7,5}$ vs. $TIAI_{15 \times 15}$), ao contrário dos achados do presente estudo.

Segundo Dellal et al. (2010), as frequentes ações musculares excêntricas exigidas durante o movimento de frenagem brusca e reaceleração peculiares das corridas com mudança de direção acabam gerando uma maior solicitação do

metabolismo anaeróbio. Nesse sentido, acreditava-se que as jogadoras analisadas neste estudo que realizaram o modelo TIAI_{15x15} exibiriam maiores valores de [Lac] que o TIAI_{7,5x7,5}. Porém, como no caso da PSE, uma possível explicação para esse resultado é a possibilidade de ter existido uma compensação proporcional da carga externa imposta pelos dois modelos, ou seja, a maior intensidade de corrida estabelecida no modelo TIAI_{7,5x7,5} pode ter sido equilibrada pelo número de mudança de direção superior presente no modelo TIAI_{15x15}, como detalhado anteriormente. Adicionalmente, pode-se perceber que as atletas deste estudo apresentaram valores menores de [Lac] nos dois modelos de TIAI para a mesma carga externa de treinamento imposta (TIAI_{7,5x7,5} = $3,81 \pm 1,66$ mmol.L⁻¹ e TIAI_{15x15} = $4,18 \pm 1,54$ mmol.L⁻¹), quando comparadas à equipe analisada por Carminatti (2104) (TIAI_{7,5x7,5} = $8,25 \pm 1,87$ mmol.L⁻¹ e TIAI_{15x15} = $9,23 \pm 1,45$ mmol.L⁻¹). Isso reflete um resultado importante na capacidade de remoção do lactato das jogadoras analisadas no presente trabalho, demonstrando o efeito positivo do TIAI aplicado no componente aeróbio das mesmas.

5.2 Performance em jogo simulado

Segundo Bueno et al. (2014), variáveis como a distância total percorrida (DT) e distâncias parciais percorridas em faixas de velocidade específicas (DPP) podem indicar qual o nível de performance do atleta durante as partidas de futsal. Por isso, a

quantificação desses índices pode servir de referência para que os treinadores adequem ainda mais as sessões de treinamento às necessidades específicas dos jogos (BARROS et al., 2007).

Nesse sentido, foi verificado que as atletas que realizaram os dois modelos de TIAI deste estudo apresentaram valores de DT (Tabela 4) semelhantes à distância média de 3133 m registrada em cinco jogos da Liga Futsal Masculina de 2012, organizada pela CBFS (BUENO et al., 2014). Com base nesta informação, é possível refletir que as duas partidas simuladas realizadas (pré e pós-TIAI) aconteceram em intensidades próximas de partidas oficiais de alto nível competitivo. Por sua vez, observou-se que não houve diferença significativa em relação ao tempo e aos dois modelos de TIAI para as variáveis de deslocamento analisadas. Por outro lado, outros trabalhos que investigaram o efeito de oito semanas de um modelo específico de TIAI de corrida, composto por quatro repetições de quatro minutos na zona de intensidade de esforço de 90 – 95 % da FCmax, similar a do presente estudo, por três minutos de recuperação a 50 - 60 % da FCmax encontraram mudanças em algumas variáveis relacionadas à performance de jogo (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2006). Helgerud et al. (2001), por meio da análise de vídeo (*Wacom Digitizer SD-421-E digital board e marking pen* para PC), verificaram mudanças significantes na distância total percorrida (DT; $p < 0,01$) de 8619 ± 1237 m (pré) para 10335 ± 1608 m (pós) e no número de *sprints* de $6,2 \pm 2,2$ m (pré) para $12,4 \pm 4,3$ m (pré) de

nove jogadores juniores durante duas partidas de futebol. Do mesmo modo, Impellizzeri et al. (2006), por meio da análise *time motion*, observaram o efeito do TIAI somente em função do tempo para a DT (pré = 9330 ± 425 m vs. pós = 9924 ± 331 m), para o deslocamento caminhando (pré = 3071 ± 263 segundos vs. pós = 2784 ± 229 segundos), corrida em baixa intensidade (pré = 1395 ± 183 segundos vs. pós = 1649 ± 166 segundos) e corrida em alta intensidade (pré = 351 ± 67 segundos vs. pós = 431 ± 75 segundos) em partidas de jogadores juniores de futebol.

Ainda sobre a performance de jogo, destaca-se que na corrida em alta intensidade o *effect size* indicou valores maiores para o grupo que realizou o modelo TIAI_{15x15} (pequeno), quando comparado ao TIAI_{7,5x7,5} (trivial). Do mesmo modo, foi possível observar que o aumento calculado pelo *effect size* para o deslocamento em forma de *sprint*, foi maior para o grupo TIAI_{15x15} (grande) que para o TIAI_{7,5x7,5} (pequeno). Na prática isto representa uma aumento de 11,5 % percorridos em *sprint* após a realização do TIAI_{15x15}. Os achados do presente estudo podem ser explicados pelas inúmeras ações musculares excêntricas exigidas durante o movimento de frenagem brusca e reaceleração peculiares do TIAI_{15x15}. Nesse sentido, sugere-se que o maior deslocamento realizado nessa faixa de velocidade pode estar associado à melhora significativa da variável neuromuscular pico de torque excêntrico dos músculos extensores do joelho (PTE_{CC-EXT}: $p = 0,024$) observada somente para o TIAI_{15x15}, devido ao maior número de contrações

musculares excêntricas realizadas durante as desacelerações requeridas nas mudanças de direção de 180° em um *sprint*.

Girard, Mendez-Villanueva e Bishop (2011) relataram que a performance em um *sprint*, ou ainda, na habilidade de realizar *sprints* repetidos (*repeated-sprint ability* - RSA), tem sido considerado um importante atributo para a desenvolvimento da performance em esportes coletivos, como o futsal e futebol. Análises cinemáticas de jogo revelaram que nos esportes coletivos os momentos decisivos de uma partida são geralmente precedidos por *sprints* com duração de dois a quatro segundos (SPENCER et al., 2005). Ainda, foi evidenciado que jogadores profissionais de futsal permanecem cerca de 5 a 12 % do tempo de jogo realizando corridas de alta intensidade e *sprints* e (velocidade > 15 km h⁻¹) (BARBERO-ALVAREZ et al., 2008). Nesse sentido, Young, McDowell e Scarlett (2001) e Spencer, Bishop e Dawson (2005), concluíram que a maioria dos momentos decisivos durante partidas de modalidades coletivas, como o futsal, é precedida por deslocamentos de alta intensidade e *sprints* curtos. Desse modo, pode-se considerar que as mudanças de direção a mais presentes no modelo TIAI_{15x15} são capazes de promover maiores ganhos práticos de performance das atletas durante a partida. Por sua vez, é importante ressaltar que, ao nosso conhecimento, este foi o primeiro estudo que investigou os efeitos de dois modelos de TIAI sobre as variáveis de performance de jogo de atletas de futsal feminino por meio do sistema de rastreamento automático (*tracking computacional*).

5.3 Variáveis fisiológicas

Em relação à variável fisiológica de potência aeróbia máxima ($VO_2\text{max}$), pode-se observar que não houve diferença significativa em relação ao tempo ($F = 3,718$; $p = 0,076$) e aos dois modelos de TIAI ($F = 0,103$; $p = 0,753$), contrariando trabalhos que demonstraram que o TIAI é capaz de promover ganhos neste índice em jogadores juniores de futebol (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2005). Porém, é válido lembrar que o número de sessões de TIAI do presente estudo foi inferior ao dos autores citados (8 vs. 16, respetivamente), o que pode ter influenciado nos resultados distintos (EDGE; BISHOP; GOODMAN, 2006).

Adicionalmente, apesar do $VO_2\text{max}$ ser capaz de diferenciar níveis competitivos de atletas profissionais de futsal (BARBERO ÁLVAREZ; D'OTTAVIO; CASTAGNA, 2006, CASTAGNA et al., 2009), a pequena sensibilidade dessa variável frente aos efeitos do treinamento de atletas com melhor nível técnico poderia explicar esses achados (DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004). Nesses indivíduos, embora continuem existindo importantes adaptações (metabólicas e neuromusculares) que podem determinar a melhora da performance aeróbia, a oferta central de oxigênio, principalmente o débito cardíaco máximo, não permite que o $VO_2\text{max}$ continue aumentando com o treinamento (BILLAT, et al. 1999; DENADAI, 2000). Como demonstrado por Denadai, Ortiz e Mello (2004) ao investigarem

corredores, essa hipótese é fundamentada em estudos que analisaram o aumento ou diminuição da performance aeróbia, sem que tenha ocorrido modificação nos valores de $VO_2\text{max}$. Guglielmo (2005) apontou que está bem relatado na literatura que atletas de elite apresentam uma estabilização do $VO_2\text{max}$ em determinados momentos de seu treinamento, embora grande parte deles adquira uma melhora da performance. Assim, as adaptações periféricas, como o aumento da capilarização e da atividade enzimática que continuam ocorrendo durante o período de treinamento, acabam não sendo detectadas por esse índice (DENADAI, 1999).

Por outro lado, o PV_{FIET} e o PV_{TIER} apresentaram aumentos significantes para os dois grupos (Tabela 6), ao contrário da $vVO_2\text{max}$ que não exibiu mudança significativa após a intervenção ($F = 1,146$; $p = 0,300$). É válido destacar que o volume de 10 sessões (2 vezes por semana) de realização dos modelos de TIAI talvez não tenham sido suficientes para promover possíveis melhoras nos valores de $vVO_2\text{max}$ das atletas. Além disso, Galotti e Carminatti (2008) observaram que, quando comparado a $vVO_2\text{max}$, o PV é um índice que mostra maior sensibilidade frente as variações induzidas pelo treinamento na capacidade de utilização do sistema aeróbio, demonstrando-se como alternativa válida de prescrição de TIAI no futsal (DITTRICH, 2009). O PV parece ser influenciado em maior proporção que a $vVO_2\text{max}$ pela força e habilidade neuromuscular para correr em altas velocidade e pela

capacidade anaeróbia (JONES; CARTER, 2000). Neste sentido, os aumentos observados nos valores de PV_{FIET} e PV_{TIER} podem estar associados às melhoras significantes verificadas nos dois modelos de TIAI nas variáveis neuromusculares (Tabela 8) analisadas no presente estudo. Novamente, uma possível explicação para a falta de diferença significativa (estatística inferencial) e prática (*effect size*) entre os dois modelos é a possibilidade de que a intensidade de esforço gerada pelas mudanças de direção a mais presentes no $TIAI_{15 \times 15}$ terem sido compensadas pela maior velocidade de corrida ($\% PV_{FIET}$) realizada no $TIAI_{7,5 \times 7,5}$. Porém, destaca-se que as modificações observadas nos valores de PV para os dois grupos analisados poderá resultar na melhora da performance de jogo, pois de acordo com Barbero Álvarez et al. (2008), níveis elevados de potência aeróbia reduzem a condição de fadiga de atletas durante as partidas.

Sobre a variável de capacidade aeróbia ($vLTF2$), verificou-se que houve diferença significativa somente em relação ao tempo para os dois modelos de TIAI investigados (Tabela 6). Na prática, o aumento obtido nos valores deste índice para o $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ de 14,6 % (pré = $10,1 \pm 0,6 \text{ km.h}^{-1}$ vs. pós = $11,6 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$) e para o $TIAI_{15 \times 15}$ de 15,0 % (pré = $10,0 \pm 0,5 \text{ km.h}^{-1}$ vs. pós = $11,5 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$) foi considerado muito grande pelo cálculo do *effect size* (Tabela 7). Esses achados corroboram o estudo de Helgerud et al. (2001) que observaram melhoras ($p < 0,05$) próximas de 16 % (pré = $11,1 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$ vs. pós = $13,5 \pm$

0,4 km.h⁻¹) na vTLF2 em atletas juniores de futebol após a aplicação de oito semanas de TIAI de corrida (quatro repetições de quatro minutos na zona de intensidade de esforço de 90 – 95 % da FCmax por três minutos de recuperação a 50 - 60 % da FCmax). Utilizando o mesmo protocolo antes do início da temporada competitiva, Impellizzeri et al. (2006) encontraram aumentos significantes de 10 % (pré = 11,2 ± 0,6 km.h⁻¹ vs. pós = 12,2 ± 0,4 km.h⁻¹) nos valores de vLTF2 em jogadores juniores de futebol. Igualmente, Ferrari Bravo et al. (2008), ao compararem esse modelo de TIAI de corrida com o de *sprint* repetido, verificaram que os valores de limiar ventilatório de 13 atletas juniores de futebol aumentaram significativamente (pré = 43,6 ± 3,3 mL.kg⁻¹. min⁻¹ vs. pós = 45,2 ± 3,0 mL.kg⁻¹. min⁻¹) após sete semanas de realização do TIAI.

Segundo BILLAT et al. (2003), a vLTF2 é a variável que melhor reflete as adaptações periféricas do exercício aeróbio, visto que está associada ao aumento da densidade capilar e a maior capacidade de transportar lactato e íons H⁺ devido ao número elevado de enzimas mitocondriais. Do mesmo modo, Gladen (2004) observou que a resposta do lactato sanguíneo ao exercício é especialmente relacionada aos fatores periféricos (tipo de fibra muscular, densidade capilar e o balanço entre a atividade enzimática glicolítica e oxidativa), os quais são bastante suscetíveis às adaptações provocadas pelo treinamento aeróbio. Além disso, Spencer, Bishop e Dawson (2005) afirmaram que a capacidade aeróbia aprimorada acelera a ressíntese dos

estoques de fosfocreatina durante a recuperação das corridas realizadas em alta intensidade ou *sprint*, permitindo que os atletas realizem um maior número de *sprints* em intensidade máxima, ou próxima da máxima durante as partidas (BISHOP; GIRARD; MENDEZ-VILLANUEVA, 2011).

Nesse sentido, destaca-se que, para a manutenção da performance durante o tempo total de partida, é necessário que o atleta possua elevados níveis de capacidade aeróbia (ÁLVAREZ; ÁLVAREZ, 2003). Medina et al. (2002) observaram que quanto melhor o nível de treinamento aeróbio do atleta mais tarde ele irá ultrapassar a vLTF2 em uma atividade longa e intensa, retardando a perda de força muscular devido à acidose. Por sua vez, Carminatti (2006) relatou que jogadores de alto nível apresentam valores de LTF2 próximos de 80 % do PV alcançado em um teste máximo, sendo que quanto maior o valor dessa variável e, portanto da capacidade aeróbia, melhor será o ritmo que o atleta poderá manter durante os jogos. Assim, novamente pode-se constatar que a melhora da capacidade aeróbia apresentada pelos dois grupos de TIAI propostos no presente estudo podem contribuir para uma elevada performance das atletas durante as partidas de futsal.

Ao contrário da vTLF2, a EC não apresentou mudança significativa em relação ao tempo e aos modelos de TIAI (Tabela 6). Por outro lado, Helgerud et al. (2001) e Impellizzeri et al. (2006) observaram melhoras significantes nos valores de EC de 6,7 % (pré = $0,75 \pm 0,05 \text{ mL.kg}^{-0,75} \cdot \text{min}^{-1}$ vs. pós = $0,70 \pm 0,04$

$\text{mL.kg}^{-0,75} \cdot \text{min}^{-1}$) e de 2,0 % (pré = $0,73 \pm 0,03 \text{ mL.kg}^{-0,75} \cdot \text{min}^{-1}$ vs. pós = $0,71 \pm 0,03 \text{ mL.kg}^{-0,75} \cdot \text{min}^{-1}$), respectivamente, após uma intervenção de oito semanas de um modelo de TIAI de corrida realizado na intensidade de 90 - 95 % da FC_{max} , similar a do presente estudo. Porém, é importante lembrar que atletas com uma melhor EC (menor VO_2 para uma determinada velocidade) estão em vantagem porque eles serão capazes de se exercitar em um percentual menor do $\text{VO}_{2\text{max}}$ para determinada intensidade de exercício (ALMARWAEY; JONES; TOLFREY, 2003). Adicionalmente, os atletas com nível inferior de treinamento realizam uma determinada atividade submáxima de corrida com maior custo de oxigênio (DANIELS, 1985; DENADAI, 1999), ao contrário dos bem treinados, que normalmente são capazes de correr numa menor fração do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (SAUNDERS, et al. 2004), dependendo da velocidade analisada (DANIELS; DANIELS, 1992).

Porém, um achado muito interessante do presente estudo foi que pelo cálculo do *effect size* houve uma melhora prática na EC somente para o grupo TIAI_{15x15} (Tabela 7). Alguns autores sugerem que há relação entre as características neuromusculares e a EC, os quais indicam que atletas com valores inferiores de EC possuem maior dificuldade de utilizar a energia produzida pela fase excêntrica da contração muscular (ciclo alongamento-encurtamento - CAE), sendo que os mais econômicos apresentaram maiores níveis de força contrátil e *stiffness* muscular (NOAKES, 1998; ARAMPATZIS et al., 2006).

Nesse sentido, sugere-se que as modificações observadas no modelo de TIAI com mais mudanças de direção podem estar associadas à melhora significativa (Tabela 8) e prática (Tabela 9) das variáveis neuromusculares analisadas neste estudo. Por exemplo, a altura do salto vertical (CMJ), que investiga os níveis de força explosiva exercida, a capacidade de recrutamento neural e a reutilização do CAE (BOSCO, 1999; KOMI, 2000), apresentou uma melhora significativa e prática considerada grande para o grupo de atletas que realizou o TIAI_{15x15}. Do mesmo modo, PT_{ECC-EXT} foi maior para o grupo de TIAI_{15x15} e teve um aumento prático considerado moderado, o que pode ser atribuído à maior participação do CAE durante as contrações excêntricas realizadas durante as desacelerações que precedem a mudança de direção (CASTILLO-RODRIGUEZ et al., 2012). Isso pode ser confirmado pelos dados de Guglielmo, Greco e Denandai (2009), os quais concluíram que as alterações obtidas nos valores de uma repetição máxima e CMJ ($p < 0,05$) após a aplicação de dois meses de treinamento de força tradicional foi capaz de melhorar a EC (pré = $47,3 \pm 6.8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ vs. pós = $44.3 \pm 4.9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) de 16 corredores de endurance. Por sua vez, considerando que uma melhor EC pode ser vantajosa, pois permitirá menor utilização fracional do VO₂max para qualquer intensidade submáxima de exercício (GUGLIELMO; GRECO; DENADAI, 2005), os achados do presente estudo podem ser considerados importantes para a manutenção da performance das jogadoras de futsal durante as partidas.

Em relação às variáveis fisiológicas anaeróbias, pode-se observar que houve melhora significativa no tempo para o IFF e o TM nos dois grupos de TIAI. Segundo Karahan (2012), o desenvolvimento da performance anaeróbia de jogadoras de futsal pode se atribuído ao estímulo fornecido pela realização de programas de TIAI, os quais induzem o aumento da quantidade de enzimas glicolíticas e da capacidade de tamponamento muscular.

Os achados do presente estudo corroboram outras pesquisas que investigaram a influencia do TIAI sobre a performance anaeróbia de atletas de modalidades coletivas (DUPONT; AKAKPO; BERTHOIN, 2004; KARAHAN, 2012). Dupont, Akakpo e Berthoin (2004) verificaram que houve melhora significativa ($p < 0,001$) no tempo de *sprint* de 40 metros (pré = $5,55 \pm 0,15$ segundos vs. pós = $5,35 \pm 0,13$ segundos) de 22 jogadores profissionais de futebol depois de 10 semanas de TIAI de corrida, com a velocidade individualizada de acordo com a máxima velocidade aeróbia de cada atleta. Do mesmo modo, Karahan (2012) demonstrou que a realização de um modelo de TIAI baseado nas habilidades técnicas de jogo foi capaz de melhorar a potência máxima (pré = $232,56 \pm 14,85$ W vs. pós = $292,68 \pm 17,34$ W), a potência média (pré = $280,95 \pm 13,90$ W vs. pós = $342,64 \pm 18,90$ W) e o IFF (pré = $3,26 \pm 0,16$ W.s⁻¹ vs. pós = $2,64 \pm 0,17$ W.s⁻¹) de 12 atletas de elite de futsal feminino após o período de oito semanas. Por outro lado, Ferrari Bravo et al. (2008) não observaram diferenças significantes no valor médio

de tempo em três *sprints* de 10 metros (pré = $7,42 \pm 0,22$ segundos vs. pós = $7,40 \pm 0,22$ segundos) de jogadores juniores de futebol, o que pode ser explicado pelo fato do modelo de TIAI de corrida em linha reta não ser intenso o suficiente para provocar aumento elevados nos níveis de [Lac], indicando uma menor solicitação do metabolismo glicolítico.

Por sua vez, destaca-se que no presente estudo o MT de *sprint* foi significativamente menor somente no modelo TIAI_{15x15} ($F = 6,815$; $p = 0,21$), coincidindo com o cálculo do *effect size*, que verificou que o grupo TIAI_{15x15} (ES = moderado) apresentou alterações em maior magnitude que o TIAI_{7,5x7,5} (ES = pequeno). Isso pode ser justificado pelas inúmeras ações musculares excêntricas exigidas durante o movimento de frenagem brusca e reaceleração peculiares do modelo TIAI_{15x15}, pois segundo Karahan (2012), a melhora da potência anaeróbia após a realização de um programa de TIAI pode estar parcialmente relacionada ao desenvolvimento da força muscular, o que corrobora os achados do presente estudo sobre a diferença significativa observada nos valores de $PT_{ECC-EXT}$ pré ($237,3 \pm 37,0$ N.m) e pós-TIAI_{15x15} ($259,7 \pm 44,3$ N.m). Adicionalmente, Medina et al. (2002) concluíram que o sistema alático é o principal responsável pelo fornecimento de energia durante a execução das ações determinantes nas partidas de futsal, ou seja, esforços de curta duração realizados em intensidades próximas da máxima. Assim, é possível afirmar que as melhoras da aptidão anaeróbia verificadas no presente estudo podem provocar um

atraso no desenvolvimento da fadiga muscular causada pelos elevados níveis de acidose, o que refletirá na manutenção da eficácia da habilidade física e técnica por mais tempo durante as partidas.

5.4 Variáveis neuromusculares

No futsal, a execução dos gestos motores e o padrão de movimentação exigido durante os treinamentos e jogos geram inúmeras mudanças de direção, o que acarreta na exigência de elevados níveis de potência muscular dos membros inferiores destes atletas (ÁLVAREZ et al., 2008; CASTAGNA et al., 2009). A potência muscular é caracterizada como a taxa de realização de um trabalho em determinado período de tempo, sendo a força provinda do torque máximo que um grupo muscular pode gerar em determinada velocidade (KOMI, 2006).

Nesse sentido, observa-se que neste estudo houve melhora significativa nos valores de altura dos saltos CMJ e SJ (Tabela 8) em relação ao tempo para os dois modelos de TIAI. Esses dados corroboram pesquisas que verificaram que modelos de treinamentos baseado na RSA são capazes de aumentar a potência muscular obtida por meio do CMJ (DAWSON et al., 1998; TONNESSEN et al., 2001; MARKOVIC et al., 2007). Por outro lado, Ferrari Barvo et al. (2008) não acharam diferenças nos valores de CMJ (pré = $48,5 \pm 3,8$ cm vs. pós = $48,1 \pm 3,8$ cm) de 13 atletas de juniores de futebol após a aplicação de sete

semanas do modelo de TIAI de corrida realizado em intensidade de esforço similar a do presente estudo. Uma possível justificativa para a falta de melhora do CMJ daquele estudo pode ser atribuída ao fato do modelo de TIAI de corrida em linha reta não ser capaz de provocar mudanças nos níveis de potência muscular, destacando ainda mais os resultados do presente trabalho.

Adicionalmente, Gorostiaga et al. (2009) concluíram que as relações significantes observadas entre o CMJ ($38,1 \pm 4,1$ cm) e a performance nos *sprints* de cinco metros ($1,01 \pm 0,02$ segundos; $p \leq 0,001$) e 15 metros ($2,41 \pm 0,08$ segundos; $p \leq 0,001$) em 15 jogadores de elite de futsal enfatizam a importância da potência muscular para o nível de performance desses atletas durante as partidas. Por sua vez, a habilidade do atleta em gerar elevada potência está ligada a fatores neuromusculares como a habilidade de recrutamento neural e o aproveitamento do CAE (KOMI, 2006). O CAE é caracterizado por um alongamento com geração de força durante a fase excêntrica e armazenamento de energia potencial nos componentes elásticos do complexo músculo-tendão, sendo que dessa forma, na passagem rápida da fase excêntrica para a concêntrica, essa energia pode ser reutilizada, gerando uma maior quantidade de trabalho positivo, explicando a melhor performance no salto vertical quando precedido de um contra movimento (GUGLIELMO, 2005). Desse modo, pode-se destacar que, a melhora prática observada no valor do CMJ foi maior para o modelo TIAI_{15x15} (ES = grande),

quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ (ES = moderado). Nesse sentido, Castillo-Rodríguez et al. (2012) indicaram que o componente elástico do CAE presente na realização do CMJ está correlacionado com o tempo de execução de *sprints* com mudança de direção de 180° ($r = 0,60$; $p \leq 0,001$). Assim é possível conjecturar que a melhora no deslocamento em forma de *sprint* também esteja associada ao aprimoramento nos valores de CMJ observadas neste estudo, o que pode refletir no nível de performance das jogadoras nas partidas.

A partir das variáveis de pico de torque (Tabela 8), foi verificado que o $PT_{CON-EXT}$ apresentou diferença significativa ao longo do tempo para os dois modelos de TIAI. Por sua vez, destaca-se que o valor do $PT_{ECC-EXT}$ foi maior apenas no $TIAI_{15 \times 15}$, coincidindo com os dados do *effect size* (Tabela 9) que indicaram mudanças práticas mais eficientes no modelo $TIAI_{15 \times 15}$ (ES = moderado), quando comparado ao $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ (ES = trivial). Do mesmo modo, observou-se que no $PT_{CON-FLE}$ o ganho prático foi maior para o $TIAI_{15 \times 15}$ (ES = grande) que no $TIAI_{7,5 \times 7,5}$ (ES = moderado).

Esses resultados corroboram o trabalho de Miller et al. (2013) que comparou dois protocolos de treinamento de força isocinética na velocidade de $60^\circ \cdot s^{-1}$ (concêntrico vs. excêntrico) realizados por mulheres adultas (18-26 anos) durante 20 semanas (três vezes na semana). Os dois grupos apresentaram melhoras significante no $PT_{CON-EXT}$, $PT_{ECC-EXT}$, $PT_{CON-FLE}$ e no $PT_{ECC-FLE}$. Porém, foi verificado que o grupo que executou o

protocolo excêntrico exibiu maiores valores de $PT_{ECC-FLE}$ e $PT_{ECC-EXT}$, quando comparado ao concêntrico. Por outro lado, Eniseler et al. (2012) em um trabalho que objetivou analisar os possíveis efeitos de um modelo de treinamento próprio de futebol de uma equipe masculina profissional aplicados durante 24 semanas, não encontrou diferenças significantes no $PT_{ECC-EXT}$ e no $PT_{CON-EXT}$ realizado na velocidade angular de $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $300^{\circ} \cdot s^{-1}$. Desse modo, destaca-se os resultados do presente estudo, que mostram que os modelos de TIAI específicos para futsal, propostos por Carminatti (2014), são capazes de provocar mudanças nos valores de $PT_{ECC-EXT}$ e $PT_{CON-EXT}$, principalmente o TIAI_{15x15} que possui inúmeras mudanças de direção de 180° , responsáveis pelas contrações musculares excêntricas exigidas durante o movimento de frenagem brusca e reaceleração.

Segundo, Allen (2001) e Byrne e Eston (2002), durante a execução de exercícios com substancial componente excêntrico, como as constantes mudanças de direção presentes no futsal, as reduções na produção de força podem ser percebidas imediatamente após o exercício, sendo umas das consequências mais agudas da fadiga, principal responsável pela queda de performance das atletas durante as partidas. Eston, Byrne e Twist (2003) encontraram evidências que a redução na performance de *sprints* de 10 e 20 m pode ser atribuída à redução na capacidade dos músculos flexores e extensores do joelho em produzir força. Adicionalmente, Mark et al. (2004) reportaram que níveis elevados de força concêntrica e excêntrica

dos músculos quadríceps e isquiotibiais podem afetar positivamente na performance de *sprints* e saltos de jogadores de futebol. Nesse sentido, a melhora observada nos valores de PT do presente estudo pode retardar o aparecimento da fadiga e promover a manutenção da performance por um período mais prolongado. Porém, apesar da importância que as variáveis neuromusculares apresentam para a performance de atletas de futsal, ao nosso conhecimento, este é o primeiro trabalho que investigou os efeitos de dois modelos de TIAI com mudança de direção de 180° sobre os valores do saltos e PT excêntrico e concêntrico dos músculos extensores e flexores do joelho de jogadoras de futsal.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se sugerir que:

Os dois modelos de TIAI (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}) aplicados no presente estudo provocaram mudanças similares sobre as variáveis aeróbias (PV_{FIET}, PV_{TIER}, vLTF2) e anaeróbias (TM e IFF) de atletas de elite de futsal feminino.

Igualmente, os dois modelos de TIAI analisados também promoveram mudanças semelhantes nas variáveis neuromusculares de potência muscular de membros inferiores (CMJ e SJ) e pico de torque dos músculos extensores do joelho (PT_{CON-EXT}) das jogadoras elite de futsal.

O modelo TIAI_{15x15} foi mais eficaz que o modelo TIAI_{7,5x7,5} para gerar mudanças na variável anaeróbia MT e na variável neuromuscular PT_{ECC-EXT} das participantes do estudo.

Adicionalmente, o modelo TIAI_{15x15} foi mais eficiente que o modelo TIAI_{7,5x7,5} para originar mudanças práticas nas variáveis de deslocamento em alta intensidade e *sprint* das jogadoras de futsal durante a partida simulada monitorada após a realização da intervenção.

Pode-se destacar que, em relação à carga interna de treinamento, é possível que tenha existido uma compensação proporcional da carga externa imposta pelos dois modelos. Se por um lado a velocidade de corrida correspondente ao valor percentual do PV_{FIET} no TIAI_{7,5x7,5} (86 - 91 %PV_{FIET}) foi maior que

no TIAI_{15x15} (83 - 88 %PV_{FIET}), o número de mudanças de direção de 180° do primeiro modelo (uma mudança por repetição) é menor quando comparado ao segundo modelo (três mudanças por repetição)

Nesse sentido, recomenda-se a realização de novos estudos com uma amostra maior que permita a inclusão de um grupo controle. Adicionalmente, sugere-se que os dois modelos de TIAI analisados sejam executados na zona de intensidade de treinamento baseado no mesmo valor percentual do PV obtido no FIET.

A partir das análises realizadas no presente trabalho em relação às aplicações práticas pode-se observar que:

Durante todas as sessões dos dois grupos de TIAI analisados as jogadoras permaneceram na intensidade referente à zona alvo da FC de 90 – 95 % da FC_{max}, representando a similaridade dos protocolos com a demanda fisiológica exigidas durante as partidas de futsal feminino de elevado nível competitivo.

Adicionalmente, os modelos apresentados podem ser facilmente aplicados pelo preparador físico de forma concomitante com toda a equipe, sempre respeitando a intensidade individual de cada atleta, sem que haja a necessidade do uso de qualquer instrumento de medida de carga interna.

Por fim, destaca-se ainda, a praticidade em ajustar a carga de treinamento individual no decorrer da periodização, sem que haja a necessidade da realização de testes ou retestes a curto ou médio prazo.

Desse modo, recomenda-se para os profissionais que trabalham com o futsal a inclusão de uma a duas sessões semanais dos protocolos de TIAI analisados, dando mais ênfase ao modelo com maior número de mudanças de direção com a finalidade de melhorar as variáveis fisiológicas e neuromusculares apresentadas e, por consequência, a performance de jogo das atletas de elite de futsal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. B.; ANDERSEN, J. L.; MAGNUSSON, P.; DYRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, p. 1318-1326, 2002.

ABDEL-AZIZ, Y. I.; KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object-space coordinates. In: ASP/UI Symposium on Close-Range Photogrammetry, Urbana, Illinois, USA. Anais. Illinois: ASP, 1971. p. 1-18.

AHMAIDI, S.; COLLOMP, K.; CAILLAUD, C.; PRÉFAUT, C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v. 13, p. 243-248, 1992.

AKENHEAD, R.; FRENCH, D.; THOMPSON, K. G.; HAYES, P. R. The physiological consequences of acceleration during shuttle running. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 1, 2015.

ALLEN, D.G. Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 171, n. 3, p. 311-319, 2001.

ALMARWAEY, O. A.; JONES, A. M.; TOLFREY, K. Physiological correlates with endurance running performance in trained adolescents. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, p. 480-487, 2003.

ALMEIDA, T., G.; ROGATTO, G. P. Efeitos do método pliométrico de treinamento sobre a força explosiva, agilidade e velocidade de deslocamento de jogadoras de futsal. **Revista Brasileira de Educação Física, Esporte, Lazer e Dança**, v. 2, n. 1, p. 23-38, 2007.

ÁLVAREZ, J.; GIMENEZ, L.; CORONA, P.; MANONELLES, P. Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol-sala: análisis de la competición. **Apunts Educación Física y Deportes**, v.67, p.45-53, 2002.

ALVAREZ, B. R.; PAVAN. A. L. Alturas e comprimentos. In: PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 2^a ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003. cap. 2.

AMARAL, R.; GARGANTA, J. A modelação do jogo em Futsal. Análise Sequencial do 1x1 no processo ofensivo. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.3, p.298–310, 2003.

ARAMPATZIS, A.; DE MONTE, G.; KARAMANÍDIS, K.; MOREY-KLAPSING, G.; STAFILIDIS, S.; BRÜGGEMANN, G. P. Influence of the muscle-tendon unit's mechanical and morphological properties on running economy. **Journal of Experimental Biology**, v. 209, p. 3345-3357, 2006.

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

ASTRAND, P. O. Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age. **Copenhagen: Ejnar Munksgaard**, 1952.

BAKER, J.; RASBOTTON, R.; HAZELDINE, R. Maximal shuttle running over 40m as a measure of anaerobic performance. **British Journal of Sports Medicine**, n. 27, v. 4, p. 228-232, 1993.

BALSOM, P. D.; SEGER, J. Y.; SJODIN, B.; EKBLUM, B. Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. **Journal of Sports Medicine**, n.13, p.528-533, 1992.

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

BANGSBO, J. **Entrenamiento de la condición física en el fútbol**. Paidrotibo: Barcelona, 1998.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C.; BARBERO ÁLVAREZ, V. Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. **Revista de Entrenamiento Deportivo**, v. 17, p. 13-24, 2003.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C.; GRANDA VERA, J.; HERMOSO, V. M. Análisis de la frecuencia cardíaca durante la competición en jugadores profesionales de fútbol sala. **Apunts Educación Física y Deportes**, v. 77, p.71-78, 2004.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C. B.; ANDRÍN, G. Desarrollo y aplicación de um nuevo test de campo para resistênciã específica em jugadores de fútbol sala: TREIF (teste de resistênciã específica intermitente para futsal). **Efdeportes.com / Revista Digital**, n. 89, p.1-6, outubro, 2005. Disponível em <http://www.efdeportes.com>. Acesso em: 01/10/2012.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C; ANDRÍN, G.; MÉNDEZ-VILLANUEVA, A. Futsal specific endurance assessment of competitive players. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 11-12, p. 1279-1281, 2005.

BARBERO ÁLVAREZ, J.C.; MILADI I.; AHMAIDI, S. Relationship between a new Futsal intermittent endurance test (FIET) and repeated-sprint ability in professional futsal players, In: Sportstec, 2006.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C.; DÓTTAVIO, S.; CASTAGNA, C. Aerobic fitness profile of futsal players of different competitive level: a pilot descriptive study. In: Proceedings of the 11th annual Congress of the European College of Sports Science, 2006.

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

BARBERO ÁLVARES, J. C.; SOTO, V. M.; GRANDA, J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, p. 1-11, 2008.

BARBERO ÁLVAREZ, J. C.; DÓTTAVIO, S.; GRANDA VERA, J.; CASTAGNA, C. Aerobic fitness in futsalplayers in diferente competitive level. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, p. 2163-2166, 2009.

BARROS, R. M. L.; MISUTA, M. S.; MENEZES, R. P.; FIGUEROA, P. J.; MOURA, F. A.; CUNHA, S. A.; ANIDO, R.; LEITE, N. J. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.6, n. 2, p.233-242, 2007.

BARROS, R. M. L. MENEZES, R. P.; RUSSOMANNOA, T. G.; MISUTAA, M. S.; BRANDÃO, B. C.; FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; GOLDENSTEIN, S. K. Measuring handball players trajectories using an automatically trained boosting algorithm. **Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering**, v. 14, n. 1, p. 53-63, 2010.

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

BATTERHAM, A. M.; HOPKINS, W. G. Making meaningful inferences about magnitudes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, p. 50–57, 2006.

BENEDETTI, T. R. B.; PINHO, R. A.; RAMOS, V. M. Dobras cutâneas. In: PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 2ª ed. Porto Alegre: Pallotti, 2003.

BERDEJO-DEL-FRESNO, D. A review about Futsal. **American Journal os Sports Science and Medicine**, v. 2, n. 3, p. 70-70, 2014.

BERG, A.; JOKOB, M.; LEHMANN, H. H.; DICKHUTH, G.; HUBER, J. Actualle Aspekte der modernen ergometrie. **Pneumologie**, v. 44, p. 2-13, 1990.

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

BILLAT, V.; RENOUX, J. C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 90, 100 and 105% of velocity at VO_2 max (maximal aerobic speed) and critical speed in elite long-distance runners. **Archive of Physiology and Biochemistry**, v. 103, p. 129-35, 1995.

BILLAT, V.; BEILLOT, J.; JAN, J.; ROCHOONGAR P.; CARRE, F. Gender effect on the relationship of time limit at 100 % VO_2 max with other bioenergetics characteristics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 28, p. 1049-1055, 1996.

BILLAT, V.; FLECHET, B.; PETIT, B.; MURIAUX, G.; KORALSZTEIN, J.P. Interval training at VO_2 max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p.156-163, 1999.

BILLAT, V. L.; MORTON, R. H.; BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BOCQUET, V.; KORALSZTEIN, J.P.; BARSTOW, T.J. Oxygen kinetics and modeling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**, v.82, p.178-187, 2000.

BILLAT, V, L. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Medicine**, v.31, n. 1, p.13-31, 2001a.

BILLAT, V, L. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. **Sports Medicine**, v.31, n. 2, p.75-90, 2001b.

BILLAT, V.; HAMARD, L.; KORALSZTEIN, J. The influence of exercise duration at VO_2 max on the off-transient pulmonary oxygen uptake phase during high intensity running activity. **Archives of Physiology and Biochemistry**, v. 5, n. 110, p. 383-392, 2002.

BILLAT, V. L.; SIRVENT, P. PY, G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The concept of maximal lactate steady state. **Sports Medicine**, v. 33, p. 406-426, 2003.

BISHOP, D. GIRARD, O. MENDEZ-VILLANUEVA, A. Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. **Sports Medicine**, v41, n. 9, p.741-56, 2011.

BOGDANIS, G. C.; NEVILL, M. E.; BOOBIS, L. H.; LAKOMY, H. K. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, p. 876-84, 1996.

BORG, G. A. Pshychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

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

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

BRUGHELLI, M.; CRONIN, J.; LEVIN, G.; CHAOUACHI A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. **Sports Medicine**, v. 38, p. 1045-1063, 2008.

BUCHHEIT, M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 2, n. 22, p. 365-374, 2008.

BUENO, M. J. O.; CAETANO, F.; PEREIRA, T.; SOUZA, N.; MOREIRA, G.; NAKAMURA, F.; CUNHA, S.; MOURA, F. Analysis of the distance covered by Brazilian professional futsal players during official futsal matches. **Sports Biomechanics**, v. 13, n. 3, p. 230-240, 2014.

BYRNE, C.; ESTON, R. Maximal intensity isometric and dynamic exercise performance following eccentric muscle actions. **Journal of Sports Science**, v. 20, n. 12, p.951-959, 2002.

CAMARDA, A.; DENADAI, B.S. Does muscle imbalance affect fatigue after soccer specific intermittent protocol? **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.15, n.4, p.355-60, 2012.

CAMPBELL, D.T.; STANLEY, J.C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: EPU, 1979.

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

CARMINATTI, L. J. **Futsal Intermittent Endurance Test (FIET): avaliação e método para individualizar treinamento intermitente de alta intensidade em atletas de futsal. 2014.** Tese (Doutorado em Biodinâmica do Desempenho Humano) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

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

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

CARVALHO, C.; CARVALHO, A. Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.6, n.2, p. 241-248, 2006.

CASTAGNA, C.; BELARDINELLI, R. IMPELLIZZERI, F. M. COUITS, A. J. D'OTTAVIO S. Cardiovascular responses during recreational 5-a-side indoor-soccer. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, n. 4, p. 490-494, 2007.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO S.; GRANDA VERA, J; BARBERO ÁLVAREZ, J. C. Match demands of professional Futsal: A case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, n. 2, p. 89-95, 2009.

CASTAGNA, C.; BARBERO ÁLVAREZ, J. C. Physiological demands of an Intermittent futsal-oriented high-intensity test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, p. 1-8, 2010.

CASTILLO-RODRÍGUEZ, A.; FERNÁNDEZ-GARCÍA, J. C.; CHINCHILLA-MINGUET, J. L.; CARNERO, E. A. Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, 2012.

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

DA COSTA, L. (org.). **Atlas do esporte no Brasil**. Editora Shape, 2005.

DA SILVA, C. E. M.; FERNANDES DA SILVA, J. **Reprodutibilidade da frequência cardíaca, da intensidade de esforço e referências para o treinamento de atletas no futsal feminino**. 2012. Monografia (Bacharelado em Educação Física) - Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; DOS SANTOS, S. G. The fatigue effect of a simulated futsal match protocol on isokinetic knee torque production. **Sports Biomechanics**, p. 1-9, 2014.

DANIELS, J. T. A physiologist's view of running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 17, p. 332-338, 1985.

DANIELS, J.; DANIELS, N. Running economy of elite male and elite female runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, p. 483-489, 1992.

DELLAL, A.; GROSGEORGE, B. Development of the aerobic capacity in basket-ball man - analyse of one specific training method: the intermittent exercise in shuttle. **Media Baskets**, v. 23, p. 6-9, 2006.

DELLAL, A.; **Analysis of the soccer player physical activity and of its consequences in the training: special reference to**

the high intensities intermittent exercises and the small side-games. 2008. Master's thesis – University of Sport Sciences, Strasbourg, France.

DELLAL, A.; KELLER, D.; CARLING, C.; CHAOUACHI, A.; WONG, D. P.; CHAMARI, K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. **Journal Strength and Conditioning and Research**, v. 24, n. 12, p. 3219-3226, 2010.

DELLAL, A.; VARLIETTE, C.; OWEN, A.; CHIRICO, E.; PIALOUX, V. Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. **Journal of Strength and Conditioning and Research**, 2012.

DENADAI, B. S. **Índices Fisiológicos de Avaliação Aeróbia: Conceitos e Aplicações.** Ribeirão Preto: B.S.D., 1999.

DENADAI, B. S. Intensidade e tempo de exaustão a 100 % do VO_2 max: implicações para o treinamento e a performance. **Revista de Educação Física**, n.124, p.23-36, 2000.

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

DE-OLIVEIRA, F. R. **Predição dos Limiares de Lactato e Ajustes de Frequência Cardíaca no Teste de Léger - Boucher.** San Sebastián: Universidade do País Basco, 2004.

DITTRICH, N.; FERNANDES DA SILVA, J.; CASTAGNA, C.; DE LUCAS, R.D.; GUGLIELMO, L.G.A. Validity of Carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. **Journal of Strength and Conditioning and Research**; v.25, n.11, p. 3099-106, 2011.

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

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

DORADO GARCÍA, C.; SANCHIS, J.; CHAVAREN, J.; LÓPEZ CALBET, J. A. Efectos de la recuperación activa sobre la capacidad de rendimiento y el metabolismo energético durante el ejercicio de alta intensidad. **Archivos de Medicina del Deporte**, v. 16, n. 73, p. 397-413, 1999.

DUPONT, G.; BLONDEL, N.; LENSEL, G.; BERTHOIN, S. Performance for short intermittent runs: active versus passive recovery. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, p. 548-554, 2003.

DUPONT, G.; AKAKPO, K.; BERTHOIN, S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 584-589, 2004.

EDGE, J.; BISHOP, D.; GOODMAN, C. The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, p. 97-105, 2006.

EDGECOMB, S. J.; NORTON, K. I. Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian Football. **Journal of Sciences and Medicine in Sport**, v.9, p.25-32, 2006.

ENISELER, N.; SAHAN, Ç.; VURGUN, H.; MAVI, H. F. Isokinetic Strength Responses to Season-long Training and Competition in

Turkish Elite Soccer Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 31, p. 159-168, 2012.

ESSEN, B.; HAGENFELDT, L.; KAIJSER, L. Utilization of blood-borne and intramuscular substrates during continuous and intermitente exercise in man. **Journal of Physiology**, v. 265, p. 489–506, 1977.

ESTON, R.; BYRNE, C.; TWIST, C. Muscle function after exercise-induced muscle damage: Considerations for athletic performance in children and adults. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v. 1, n. 2, p.85-96, 2003.

FARREL ,P. A.; WILMORE, J. H.; COYLE, E. F.; BILLING, J. E.; COSTILL, D. L. Plasma lactate accumulation and distance running performance. **Medicine and Science in Sports**, v. 11, p. 338-344, 1979.

FERNANDES DA SILVA, J.; GUGLIELMO, L.G.A.; CARMINATTI, L.J.; DE OLIVEIRA, F.R.; DITTRICH N.; PATON C. Validity and reliability of a new test (Carminatti's test) for soccer players compared to laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v.29, n.15, p.1621-1628, 2011.

FERNANDES DA SILVA, J. **Validade do pico de velocidade no teste de Carminatti (T-CAR) para predição da performance e prescrição de treinamento em jogadores de futebol**. 2013. Tese (Doutorado em Biodinâmica do Desempenho Humano) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

FERRARI BRAVO, D. F.; IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C.; BISHOP, D.; WISLOFF, U. Sprint vs. Interval Training in Football. **International Journal Sports Medicine**, v.29, n, 8, p. 668-674, 2008.

FERREIRA, A. P.; GOMES, S. A.; LANDHWER, R.; FRANÇA, N. M. Potência anaeróbia e índice de fadiga de atletas de futsal da

seleção brasileira. **Revista Brasileira de Futebol**, v. 2, n. 1, p. 60-69, 2009.

FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. Tracking soccer players aiming their kinematical motion analysis. **Computer Vision and Image Understanding**, v. 101. p. 122-135, 2006.

FITZSIMMONS, M.; DAWSON, B.; WARD, D.; WILKINSON, A. Cycling and running Tests of repeated sprint ability. **Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 25, n. 4, p. 82-87, 1993.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p.109-115, 2001.

GALLOTTI, F. M.; CARMINATTI, L. J. Variáveis identificadas em testes progressivos intermitentes. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 2, n. 7, p. 1-17, 2008.

GAITANOS G. C.; WILLIAMS, L. H.; BOOBIS, L. H.; BROOKS, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal Applied Physiology**, v. 75, p. 712-719, 1993.

GARCIA, G. A. Caracterización de los esfuerzos en el fútbol sala basado e El estudio cinemático y fisiológico de la competición. **Efdeportes.com / Revista Digital**, n. 77, outubro, 2004. Disponível em <http://www.efdeportes.com>. Acesso em: 13/02/2012.
www.efdeportes.com / Revista Digital – Buenos Aires, ano 10, n. 77, 2004. Disponível em <<http://www.efdeportes.com>> acessado em 13 de fevereiro de 2012.

GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BISHOP, D. Repeated-Sprint Ability – Part I: Factors Contributing to Fatigue. **Sports Medicine**, v, 41, n.8, p. 773-694, 2011.

GLADEN, L. B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. **Journal of Physiology**, v. 558, p. 5-30, 2004.

GLAISTER, M.; HAUCK, H.; ABRAHAM, C. S.; MERRY, K. L.; BEAVER, D.; WOODS, B. Familiarization, reliability, and comparability of a 40-m maximal shuttle run test. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 8, n. 1, p.77-82, 2009.

GLEDHILL, N.; COX, D.; JAMNIK, R. Endurance athletes' stroke volume does not plateau: major advantage is diastolic function. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v. 26, p.1116-21, 1994.

GIBSON, H.; EDWARDS, R. H. T. Muscular exercise and fatigue. **Sports Medicine**, v.2, n. 2, p. 120-132, 1985.

GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 13^a ed. Piracicaba: Nobel AS, 1990.

GOROSTIAGA, E. M.; IZQUIERDO, M; RUESTA, M.; IRIBARREN, J.; GONZALEZ-BADILLO, J. J.; IBÁÑEZ, J. Strength training effects on physical performance and serum hormones in young soccer players. **European Journal Applied Physiology**, v. 91, n. 4, p. 507-518, 2005.

GOROSTIAGA, E. M.; LIODIO, I.; IBÁÑEZ, J.; GRANADOS, C.; NAVARRO, I.; RUESTA, M.; BONNABAU, H.; IZQUIERDO, M. Differences in physical fitness among indoor and outdoor elite male soccer players. **European Journal Applied Physiology**, v. 106, n. 4, p. 483-491, 2009.

GROSSL, T; DANTAS DE LUCAS, R.; DE SOUZA, K. M.; GUGLIELMO, L. G. A. Maximal lactate steady-state and anaerobic thresholds from different methods in cyclists. **European Journal of Sport Science**, v. 12, n. 2, p. 161-167, 2011.

GUGLIELMO, L. G. A. **Efeitos de diferentes tipos de treinamento sobre a intensidade e o tempo de exaustão a 100 % do VO₂max**. 2005. Tese (Doutorado em Ciências da

Motricidade) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.

GUGLIELMO, L. G. A.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Relação da potência aeróbia máxima e da força muscular com a economia de corrida em atletas de *endurance*. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p.53-56, 2005.

GUGLIELMO, L. G. A.; GRECO, C. C.; DENADAI, B. S. Effects of strength training on running economy. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, p. 27-32, 2009.

HADER, K.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; AHMAID, S.; WILLIAMS, B. K.; BUCHHEIT, M. Changes of direction during high-intensity intermittent runs: neuromuscular and metabolic responses **Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v.6, n. 2, p. 1-13, 2014.

HEDGES, L. V; OLKINIS, I. **Statistical methods for meta-analysis**. New York: Academic Press, 1985.

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

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Avaliação da composição corporal aplicada**. 1ª ed. São Paulo: Manole, 2000.

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

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; CASTAGNA, C.; REILLY, T.; SASSI, A.; IAIA, F. M.; RAMPNINI, E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. **International Journal of Sports and Medicine**, v. 27, p. 483-492, 2006.

IMPELLIZZERI, F.M, MARCORA, S.M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 4, n. 2, p. 269-277, 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of woman. **Biology of Sport**, v. 29, p. 223-227, 2012.

JONES, A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 29, p. 373-386, 2000.

KARAHAN, M. The effect of ski-based maximal intensity interval training on aerobic and anaerobic performance of female futsal players. **Biology of Sport**, v. 29, n. 3, p. 223-227, 2012.

KARASIAK, F. C.; SCHERER, R. L.; FERNANDES, S.; DOS SANTOS, S. G. In: DOS SANTOS, S. G. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Quantitativa Aplicada à Educação Física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

KOMI, P. V. **Força e Potência no Esporte**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

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

KRUISTRUP, P.; MOHR, M.; STEENBERG, A.; BENCKE, J.; KJAER, M.; BANGSBO, J. Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, p. 1165-1174, 2006.

LAURSEN, P. B.; SHING, C.M.; PEAKE, J.M.; COOMBES, J.S.; JENKINS, D.G. Interval training program optimization in highly

trained endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p. 1801-1807, 2002.

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

MARK, A. N.; KYLE, M. T.; FRANK, E. M. Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, p. 867-872, 2004.

MARKOVIC, G.D; DIZDAR, I.; JUKIC, M.; CARDINALE, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18, p. 551-555, 2004.

MARTIN-SILVA, L; COELHO, D. B.; CONDESSA, L. A.; MORTIMER, L. A. C. F.; ARAÚJO-FERREIRA, A. P.; SILAMI-GARCIA, E. Intensidade de jogos oficiais de futsal feminino. **Revista Mineira de Educação Física de Viçosa**, v. 13, n. 2, p. 1-17, 2005.

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

MEDINA, J. V.; SALILLAS, L. G.; VIRÓN, P. C.; MARQUETA, P. M. Necesidades cardiovasculares y metabólicas Del fútbol sala: análisis de La competición. **Apuntes Educación Física y Deportes**, v.67, p.45-51, 2002.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; WILKINSON, M. Is there an Optimal Training Intensity for Enhancing the Maximal Oxygen Uptake of Distance Runners? Empirical Research Findings, Current Opinions, Physiological Rationale and Practical Recommendations. **Sports Medicine**, v.36, n.2, p.117-32, 2006.

MILES, A.; MACLAREN, D. REILLY, T.; YAMANAKA, K. An analysis of physiological strain in four-a-side womwns's soccer. **Journal of Sports Science**, v. 10, p. 142-143, 1992.

MILLER L. E.; PIERSON, L. M.; NICKOLS-RICHARDSON, S. M.; WOOTTEN, D. F.; SELMON, s. E.; RAMP, w. k.; HERBERT, W. G. Knee extensor and flexor torque development with concentric and eccentric isokinetic training. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 77, n. 1, p. 58-63, 2013.

MISUTA, M. S. **Rastreamento automático de trajetórias de jogadores de futebol por videogrametria: validação do método e análise dos resultados. 2004.** Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Fatigue in soccer: A brief review. **Journal of Sports and Science**, v. 23,p. 593-599, 2005.

MOURA, F. A. SANTANA, J. E.; MARCHE, A. L.; AGUIAR, T. H.; RODRIGUES, A. C. M. A.; LEITE DE BARROS, R. M.; CUNHA, S. A. Quantitative analysis of futsal players organization on the court. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 11 (Suppl.2), p. 105-108, 2012.

NAKAMURA, F. Y.; MOREIRA, A.; AOKI, M.S. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? **Revista da Educação Física-UEM**, v.21, n.1, p.1-11, 2010.

NASCIMENTO, P. C.; DANTAS DE LUCAS, R.; DAL PUPO, J.; ARINS, F. B.; CASTAGNA, C.; GUGLIELMO, L. G. A. Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.17, n.1, p.91-103, 2015.

NOAKES, T. D. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: A contemporary perspective. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 20, p. 319-330, 1988.

NOAKES, T. D.; MYBURGH K, H.; SCHALL, R. Peak treadmill running velocity during the VO₂max test predicts running performance. **Journal Sports Science**, v.8, n. 1, p.35-45, 1990.

PAAVOLAINEN, L.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Neuromuscular characteristics and muscle power as determinants of 5-km running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p. 124-130, 1999.

PEDRO, R. E.; OLIVEIRA, R. S.; VASCONCELOS, P. S. S.; PYRES JUNIOR, R.; MILANEZ, V. F. Efeito temporal sobre a resposta da percepção subjetiva do esforço. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 20, n. 5, p. 350-353, 2014.

RAHNAMA, N.; REILLY, T.; LEES, A.; GRAHAM-SMITH, P. Muscle fatigue induced by exercise stimulating the work rate of competitive soccer. **Journal of Sports Science**, v. 21, p. 933-942, 2003.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNETT, S.J. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Medicine Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 1, p. 105-116, 2002.

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 oficial futsal matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.9, p.2482-2487, 2011.

SALTIN, B.; BANGSBO, J.; GRAHAN, T. E.; JOHANSEN, L. Metabolism and performance in exhaustive intense exercise; different effects of muscle glycogen availability previous exercise and muscle acidity. In: MARCONNET, P. V.; KOMI,

B. SALTIN, B.; SEJERSTED, O.M. Muscle Fatigue Mechanisms in Exercise and Training. **Medicine Sports Science**, v. 34, p. 87-114, 1992.

SAUNDERS, P.U.; PYNE, D. B.; TELFORD, R. D.; HAWLEY, J. A. Factors affecting running economy in trained distance runners. **Sports Medicine**, v. 34, n. 7, p. 465-485, 2004.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em Atletas Paraolímpicos Brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v.8, n.3, p.107-116, 2002.

SILVA, S. G.; MINATTO, G.; FARAES, D.; DOS SANTOS, S. G. Caracterização da pesquisa (Tipos de Pesquisa). In: SANTOS, S. G. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Quantitativa Aplicada à Educação Física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011, p. 67-70.

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

SMALL, K.; McNAUGHTON, L. R. GREIG, M.; LOHKAMP, M.; LOVELL, R. Soccer Fatigue, Sprinting and Hamstring injury risk. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, p. 573-578, 2009.

SOARES, B.; TOURINHO FILHO, H. Análise da distância e intensidade dos deslocamentos, numa partida de futsal, nas diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 20, n. 2, p. 93-101, 2006.

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

THOMAS, K.; FRENCH, D.; HAYES, P. R. The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in

youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 332-335, 2009.

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

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2^a ed. São Paulo: Manole, 2001.

WINTER, D. A. **Biomechanics and motor control of human movement**. New York: John Wiley & Sons, 2009.

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

YOUNG, W. B.; McDOWELL, M. H.; SCARLETT, B. J. Specificity of sprint and agility training methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 332-335, 2001.

ZHOU, B.; CONLEE, R. K.; JENSEN, R.; et al. Stroke volume does not plateau during graded exercise in elite male distance runners **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.15, p. 315-319, 2001.

ANEXO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DE DOIS MODELOS DE TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NA PERFORMANCE, ÍNDICES FISIOLÓGICOS E NEUROMUSCULARES DE ATLETAS DE FUTSAL FEMININO

Pesquisador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 11678213.0.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 251.245

Data da Relatoria: 11/03/2013

Apresentação do Projeto:

Qual dos modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI7,5x7,5 vs. TIAI15x15) é mais eficiente para aprimorar as variáveis de performance, fisiológicas e neuromusculares de atletas de futsal feminino?

Objetivo da Pesquisa:

Analisar os efeitos de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI7,5x7,5 vs. TIAI15x15) na performance, índices fisiológicos e neuromusculares de atletas de futsal feminino. Adicionalmente diversos objetivos secundários serão investigados utilizando os dados obtidos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os participantes serão jogadoras de futsal do sexo feminino (cerca de 16) pertencentes às categorias adulto, sub-20 e sub-17 (16 - 25 anos de idade). A seleção das atletas para o estudo será não probabilística, do tipo intencional, tendo como critério para seleção as jogadoras pertencentes a uma equipe profissional que é a atual vice-campeã da Liga Futsal Feminina, organizada pela Confederação Brasileira de Futsal (CBFS)

Os participantes serão submetidos a diferentes estratégias de treinamento que são similares em natureza a sua prática diária e não apresentam ao meu ver risco adicional aos atletas envolvidos.

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-900
UF: SC **Município:** FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3721-9206 **Fax:** (48)3721-9696 **E-mail:** cep@reitoria.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O estudo contribuirá para a avaliação funcional dos atletas e pode determinar metodologia mais adequada para o treinamento dos mesmos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados para o que pretende o estudo.

Recomendações:

Não se aplicam.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Recomendo a aprovação.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

DISCUTIDO E APROVADO POR UNANIMIDADE NO COLEGIADO!

FLORIANOPOLIS, 22 de Abril de 2013

Assinador por:
Washington Portela de Souza
(Coordenador)

Endereço: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Bairro: Trindade CEP: 88.040-900
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-9208 Fax: (48)3721-9696 E-mail: cep@reitoria.ufsc.br

APÉNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO PROJETO DE PESQUISA PARA ANÁLISE PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

De acordo com resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, todas as pesquisas conduzidas com seres humanos necessitam do termo de Consentimento Livre e Esclarecido, devendo o participante estar ciente dos objetivos do estudo. Estamos conduzindo o estudo intitulado *Efeito de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade na performance, índices fisiológicos e neuromusculares de atletas de futsal feminino*, que tem como objetivo analisar os efeitos de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIA_{7,5x7,5} e TIA_{15x15}) na performance, índices fisiológicos e neuromusculares de atletas profissionais de futsal feminino.

O projeto envolve o professor Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, e a acadêmica do curso de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) em nível de Doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Francimara Budal Arins.

A participação no estudo não envolve nenhum gasto para o participante e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores.

Para verificar se o treinamento implicará em melhoras na performance das atletas, serão realizados testes laboratoriais e de campo, antes e após o período de intervenção. Os pré-testes, os pós-testes e o período de intervenção serão incorporados na rotina diária de treinamento da equipe e acontecerão durante o período preparatório específico do calendário de 2013.

As avaliações laboratoriais serão realizadas no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e no Laboratório de Biomecânica (BIOMEC), localizados do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), enquanto que as de campo serão executados na própria quadra do local de treinamento da equipe.

Um dia após os pré-testes e um dia anterior ao pós-testes deste estudo haverá o monitoramento das atividades realizadas durante uma partida simulada entre as jogadoras da equipe.

Todo o período de intervenção durará oito semanas, sendo que, na primeira semana será realizada a fase de pré-testes, nas seis semanas seguintes serão realizados

os dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5} vs. TIAI_{15x15}). Por sua vez, na oitava semana será realizada a fase de pós-testes. O primeiro modelo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{7,5x7,5}; n = 8), consiste de três séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em uma relação esforço:pausa de 1:1 (7,5 x 7,5 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV obtido no FIET. Cada repetição é constituída por duas acelerações, uma desaceleração e uma mudança de sentido, enquanto que na duração total da sessão (três séries) o TIAI_{7,5x7,5} possui 102 acelerações, 51 desacelerações e 51 mudanças. O segundo modelo de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI_{15x15}; n = 8) consiste de três séries de aproximadamente quatro minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre elas, resultando em uma relação esforço:pausa de 1:1 (15 x 15 segundos), com as distâncias de corrida (3,75 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV obtido no FIET. Cada repetição apresenta quatro acelerações, três desacelerações e três mudanças de sentido, enquanto que na duração total da sessão (três séries) o TIAI_{15x15} possui 108 acelerações, 81 desacelerações e 81 mudanças de sentido.

Para dosagem do lactato sanguíneo após a realização da primeira e última sessões de treinamento haverá um período de recuperação ao final para cinco coletas de 25 µL de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado.

Nas fases de pré e pós-testes serão realizadas avaliações laboratoriais e de campo, como descrito na sequência.

Testes de laboratório

Dia 1 (BIOMEC/LAEF):

- Para determinação da potência de membros inferiores as jogadoras realizarão uma série de saltos verticais *squat jump* (SJ), *counter movement jump* (CMJ) e *continuous jump* (CJ). O SJ estabelece que o sujeito realize um salto vertical a partir de uma posição estática com o ângulo do joelho em aproximadamente 90°, com o tronco o mais vertical possível e as mãos na cintura. O CMJ estabelece que o indivíduo execute os saltos verticais a partir de uma posição em pé, com as mãos na cintura, sendo o mesmo precedido por um contra movimento, o qual consiste em uma aceleração para baixo do CG, flexionando os joelhos até próximo aos 90°. O CJ consistirá na execução de saltos com contra movimento, de modo contínuo, por um período de 15 segundos. Como nos

demais saltos, o sujeito deverá manter o tronco o mais vertical possível e as mãos no quadril, com o ângulo do joelho sempre próximo aos 90° ao final da fase de descida. Duração de aproximadamente 30 minutos.

- Primeiramente, será realizada a avaliação antropométrica para avaliação do peso corporal e estatura, sendo que nenhuma delas oferece risco de lesões para o participante. Na sequência será executado o protocolo submáximo de carga contínua para a determinação da economia de corrida (EC) e o protocolo máximo de cargas progressivas para mensuração do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), frequência cardíaca máxima (FCmax), velocidade correspondente ao VO_2max (vVO_2max) e velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica (vBerg), os quais serão realizados em esteira rolante (IMBRAMED, modelo 10.200). Inicialmente as jogadoras realizarão o teste submáximo com velocidade constante de 8 km.h^{-1} e 1% de inclinação com duração de 6 minutos. Na sequência as atletas executarão o teste máximo com a velocidade inicial de 9 km.h^{-1} e 1% de inclinação com incrementos de 1 km.h^{-1} a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Para dosagem do lactato sanguíneo haverá um intervalo de 30 segundos entre cada estágio do teste para coleta de $25 \mu\text{L}$ de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado. Durante todo o período de avaliação (aproximadamente 60 minutos) as atletas receberão orientação básica para alcançar o seu limite de esforço, podendo a mesma, solicitar a interrupção do teste no momento em que se sentir cansada ou se desejar terminar finalizar. No teste de esforço máximo, o avaliado usará uma máscara no seu rosto para a coleta dos gases oxigênio e gás carbônico do ar expirado e um medidor da frequência cardíaca (FC). Duração de aproximadamente 1 hora.

Dia 2 (LAEF):

- Para identificação do torque concêntrico/excêntrico dos músculos flexores (isquiotibiais) do joelho e concêntrico/excêntrico dos músculos extensores (quadríceps) do joelho com cada membro será usado um dinamômetro isocinético. As jogadoras realizarão três contrações isocinéticas máximas de três segundos de extensão/flexão para determinação do torque máximo concêntrico/excêntrico dos músculos extensores do joelho e, após um período de três minutos de recuperação, elas executarão mais três contrações de flexão/extensão para mensuração do torque concêntrico/excêntrico dos músculos flexores do joelho. Duração de aproximadamente 30 minutos.

Testes de campo

Dia 3 (ginásio da equipe):

- O Futsal Intermittent Endurance Test consiste de corridas vai e vem de 45 metros (3 x 15 metros), os quais são intercaladas por 10 segundos de recuperação ativa, sendo que há um período maior de 30 segundos de pausa após cada bloco de oito repetições (8 x 45 metros). Duração de aproximadamente 30 minutos.

Dia 4 (ginásio da equipe):

- Para determinação das variáveis relativas à capacidade anaeróbia láctica (tempo médio [TM], índice de fadiga [IF]) e aláctica (melhor tempo [MT]) será realizado o teste de sprints repetidos 40-m MST. O protocolo será composto por oito sprints de 40 metros com duas mudanças de sentido de 180 ° cada (10° e 30° metros do percurso) e período de recuperação de 20 segundos entre cada sprint. Duração de aproximadamente 30 minutos.

Todos os dados coletados neste estudo serão estritamente confidenciais, sendo usados para produção de artigos técnicos científicos. Apenas os pesquisadores terão acesso aos dados, que serão codificados e armazenados em banco de dados, de forma que a identificação por outras pessoas não seja possível. No entanto, essas informações poderão ser requisitadas pelo participante.

Sua participação é voluntária e você poderá desistir dela em qualquer momento do estudo, bastando apenas informar aos pesquisadores. Caso você tenha alguma dúvida, poderá entrar em contato pelo telefone do LAEF: (048) 3721-9924, com:

Desde já, agradecemos a sua colaboração.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Departamento de Educação Física - CDS - UFSC
e-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA



TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado ***Efeito de dois modelos de treinamento intervalado de alta intensidade na performance, índices fisiológicos e neuromusculares de atletas de futsal feminino***. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome por extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC) ____ / ____ / ____

Pesquisador Responsável

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo