

TIAGO CETOLIN

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE EM TERRENO
ARENOSO E DE GRAMA NATURAL EM JOGADORES DE
FUTEBOL**

FLORIANÓPOLIS (SC), 2014

TIAGO CETOLIN

**RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE EM TERRENO
ARENOSO E DE GRAMA NATURAL EM JOGADORES DE
FUTEBOL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Orientador: Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

FLORIANÓPOLIS (SC), 2014

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

Cetolin, Tiago
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE
ALTA INTENSIDADE EM TERRENO ARENOSO E DE GRAMA NATURAL EM
JOGADORES DE FUTEBOL / Tiago Cetolin ; orientador, Luiz
Guilherme Antonacci Guglielmo - Florianópolis, SC, 2014.
77 p.

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

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Exercício. 3. Areia. 4. Futebol. I.
Antonacci Guglielmo, Luiz Guilherme . II. Universidade
Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em
Educação Física. III. Título.

TIAGO CETOLIN

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DO TREINAMENTO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE EM TERRENO
ARENOSO E DE GRAMA NATURAL EM JOGADORES DE
FUTEBOL

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovado a em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Florianópolis, 20 de março de 2014.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas
Membro Externo
Universidade do Estado de Santa Catarina

Prof. Dr. Fernando Diefenthaler
Membro Interno
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a DEUS por todas as oportunidades concedidas.

Aos meus pais José Carlos e Neiva pela educação e por mostrar valores de superação, humildade, além de enaltecer que para buscarmos nossos sonhos é preciso muita dedicação e comprometimento. Agradeço o apoio incondicional em atingir este objetivo de realizar o mestrado. Vocês são grandes exemplos para mim.

A minha irmã Sara pelo apoio nos momentos mais difíceis.

A minha noiva, futura esposa e grande companheira Andrelise que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos, sempre compreensiva e imbuída em me auxiliar na busca de realizar o mestrado, tanto nas longas viagens de Caxias do Sul a Florianópolis como também quando tivemos que ficar distantes devido a minha vinda a Florianópolis.

Ao meu orientador professor Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo pela oportunidade e pelos ensinamentos nos quais não tinha obrigação de passá-los, mas mesmo assim os fez.

Aos meus amigos de Caxias do Sul em especial ao amigo e ex-atleta Luiz Oscar Rauber Filho, por todo o apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis principalmente na minha vinda a Florianópolis. Muito obrigado pela amizade e exemplo de vida (quase o Rocky Balboa).

Aos amigos de Florianópolis que me receberam quando comecei a participar do laboratório e depois quando ingressei no mestrado nos quais não tinha obrigação de fazer, mas mesmo assim o fizeram em especial ao Kristopher, Ricardo, Fran, Jolmerson, Naiandra, Talita, Anderson e meu amigo Leandro Floriano Teixeira.

Ao professor e amigo Lorival José Carminatti que me recebeu de uma forma muito especial sempre ajudando em todos os momentos, principalmente quando tive o revés de um acidente. Muito obrigado pela amizade e que eu possa retribuir cada ato de amizade recebido.

Ao grande amigo Juliano Fernandes da Silva por toda a amizade e por muitos momentos me apoiar para realização do mestrado. Além disso, agradeço pelos momentos de discussão no qual não era de sua responsabilidade, mas mesmo assim o fez. Sem sua colaboração, dedicação, amizade e empenho esse trabalho dificilmente seria realizado. Espero retribuir da mesma forma sua amizade e confiança.

Ao amigo Lucas Loyola Nascimento pela estadia e amizade na minha vinda a Florianópolis.

Aos colegas de mestrado Ortiz, PC e Joscelito.

Ao Figueirense Futebol Clube na figura das comissões técnicas por disponibilizar os atletas para a realização do trabalho.

Aos colegas de trabalho do Figueirense Futebol Clube, que me receberam com os braços abertos e o quais não tinha obrigação de realizar, mas mesmo assim o fizeram: Norberto Cabral, Abel Ribeiro, Marcos Kimura, Doutor Calisto, Giuliano Manrich e em especial ao amigo Alessandro Hauptenthal por proporcionar excelentes discussões e muitas risadas. Agradeço os ensinamentos e a amizade.

Em especial ao professor Valdeci Foza, um grande amigo, mestre em conhecimento e sabedoria de vida e que foi o grande idealizador da realização deste mestrado. Muito obrigado por exatamente nove anos atrás, numa aula de Treinamento Desportivo, em Caxias do Sul, o senhor ter despertado o meu interesse e ter me ajudado constantemente na busca deste objetivo. Espero um dia retribuir todos os ensinamentos e auxílio disponibilizados, muito obrigado.

Aos membros da banca, pelos apontamentos e críticas.

Por fim, todas as pessoas que fizeram parte até este momento do meu crescimento intelectual e social.

RESUMO

O objetivo geral do estudo foi comparar as respostas fisiológicas entre duas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) de corrida “vai e vem” realizada na grama natural (GN) e na areia (AR). Para isso, foram selecionados oito atletas de futebol do sexo masculino, de nível competitivo nacional, com média de idade de idade de $18,3 \pm 2,3$ anos, massa corporal total de $65,9 \pm 5,5$ kg e estatura de $174,2 \pm 6,8$ cm. Por meio de sorteio foram divididos em dois grupos, iniciando os procedimentos em terrenos diferentes. Os atletas foram submetidos aos seguintes procedimentos: 1) teste intermitente incremental máximo denominado teste de Carminatti (T-CAR) para identificação do pico de velocidade (PV), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), frequência cardíaca máxima (FCmax) e concentrações de lactato máxima ($[la]_{max}$) quando realizado na GN. 2) sessão de TIAI na GN para mensuração do VO_2 , FC, $[la]$ e PSE consistindo de 3 repetições de 5 min com 3 min de recuperação passiva na velocidade do PV obtido por meio do T-CAR na GN. 3) Teste T-CAR para identificação do PV, FCmax e $[la]_{max}$ no AR. 4) sessão de TIAI na AR para mensuração do VO_2 , FC, $[la]$ e PSE consistindo de 3 repetições de 5 min com 3 min de recuperação passiva na velocidade do PV obtido por meio do T-CAR na AR. Os dados do TIAI foram tratados para posterior comparação em % VO_{2max} , %FCmax e apresentados pela média dos 5 min das repetições com coletas de $[la]$ e PSE ao final das repetições. Para comparação das médias do PV, FCmax e $[la]_{max}$ obtidos no T-CAR, utilizou-se o teste t de *Student* para amostras pareadas. Para comparação das médias das variáveis fisiológicas entre as repetições de TIAI tanto na AR como na GN e comparação das médias das variáveis fisiológicas nos terrenos foi utilizado o ANOVA de medidas repetidas. Foi adotado o nível de significância de 5%. Foram encontradas diferenças estatísticas significantes ($p=0,002$), no PV entre a GN e AR ($13,8 \pm 0,8$ e $15,3 \pm 0,7$ km.h⁻¹, respectivamente). Na sessão de TIAI na GN, foram encontradas diferenças significantes da 1º para 2º ($p=0,02$) e 1º para 3º repetição ($p=0,004$) nas $[la]$ e PSE com diferenças significantes da 1º para 2º ($p=0,025$) e 1º para 3º repetição ($p<0,001$). No %FCmax foram encontradas diferenças significantes somente da 1º repetição para a 3º repetição ($p=0,014$). Na AR, foram encontradas diferenças significantes da 1º para 2º repetição ($p=0,01$) e 1º para 3º repetição ($p<0,001$) para as $[la]$ e para a PSE, 1º para 3º repetição ($p<0,001$) e 2º para 3º repetição ($p=0,016$). No %FCmax foram encontradas diferenças significantes da 1º para a 3º repetição ($p=0,008$). Na comparação do TIAI, na AR em

todas as repetições das variáveis fisiológicas estudadas (VO_2 , [la], FC e PSE) foram superiores que a GN. Além disso, em todas as variáveis ($\%VO_{2max}$, $\%FCmáx$, PSE e [la]) foram encontrados valores superiores de *effect size* ($ES > 0,8$). Conclui-se que: 1) O terreno interfere no PV obtida no teste T-CAR. 2) Nos dois terrenos, ao longo das repetições do TIAI são encontradas diferenças no $\%FCmax$, [la] e PSE. 3) O TIAI realizado na areia apresenta valores superiores a grama natural nas variáveis fisiológicas ($\%VO_{2max}$, $\%FCmax$, [la] e PSE).

Palavras-chaves: Exercício; areia; futebol.

ABSTRACT

The overall objective of the study was to compare the physiological responses between two sessions of high-intensity interval training (HIIT) in a 2-way race held on natural grass (NG) and sand (SA). For this purpose, eight male soccer players of national competitive level, with an average age of 18.3 ± 2.3 years, total body mass of 65.9 ± 5.5 kg and height of 174.2 ± 6.8 cm were selected. By means of a draw, they were divided into two groups, initiating the procedures on different terrains. The athletes underwent the following procedures: 1) Intermittent maximum incremental test called the Carminatti Test (T-CAR) for the identification of peak velocity (PV), peak oxygen consumption (VO_2 max), maximum heart rate (HRmax) and maximum concentrations of lactate ([la] max) when performed on NG. 2) HIIT session on NG for measuring VO_2 , HR, [la] and RPE consisting of 3 repetitions of 5 min with 3 min of passive recovery at the PV velocity obtained by means of T-CAR on NG. 3) T-CAR test for identification of PV, HRmax and [la]max on SA. 4) HIIT session on SA for measuring VO_2 , HR, [la] and RPE consisting of 3 repetitions of 5 min with 3 min of passive recovery at the PV velocity obtained by means of T-CAR on NG. The HIIT data, for later comparison, was treated in% VO_2 max, %HRmax and presented by the average of 5 min of repetitions with collections of [la] and RPE at the end of the repetitions. For comparison of mean PV, HRmax and [la]max obtained in T-CAR, we used the *Student's* t-test for paired samples. To compare the means of physiological variables between repetitions of HIIT both on NG and SA and for the comparison of means of physiological variables on the different terrains, the ANOVA of repeated measures was used. A significance level of 5% was adopted. Statistically significant differences were found ($p = 0.002$), in PV between the NG and SA (13.8 ± 0.8 and 15.3 ± 0.7 km.h⁻¹, respectively). In the HIIT session on NG, significant differences were found from 1st to 2nd ($p = 0.02$) and 1st to 3rd repetition ($p = 0.004$) in [la] and RPE with significant differences from 1st to 2nd ($p = 0.025$) and 1st to 3rd repetition ($p < 0.001$). In %HRmax significant differences were found only from 1st to 3rd repetition ($p = 0.014$). On SA, significant differences were found from 1st to 2nd repetition ($p = 0.01$) and 1st to 3rd repetition ($p < 0.001$) for [la] and RPE, 1st to 3rd repetition ($p < 0.001$) and 2nd to 3rd repetition ($p = 0.016$). In %HRmax significant differences were found from 1st to 3rd repetition ($p = 0.008$). While comparing the HIIT, the studied physiological variables (VO_2 , [la], and HR and RPE) of all repetitions

on SA were higher than the ones on NG. Moreover, on all the variables (%VO₂max,% %HRmax, RPE and [la]), higher *effect size* (ES> 0.8) values were found. The conclusion is: 1) The terrain interferes with the PV obtained in the T-CAR test. 2) On both terrains, along the HIIT repetitions, differences are found in the %HRmax, [la] and RPE. 3) The HIIT performed on sand has higher values than on natural grass in the physiological variables (% VO₂max, % HRmax, [la] and RPE).

Keywords: Exercise; sand; soccer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ilustração da sequencia de coletas de dados.....	17
Figura 2: Visualização do penetrômetro dinâmico de cone (DCP).....	19
Figura 3: Visualização do esquema do teste intermitente TCAR.....	22
Figura 4: Sequência de ilustrações da utilização do DCP.....	25
Figura 5: Valores de penetração do terreno (mm) nos primeiros 10 golpes nos dois terrenos.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS

AR: terreno arenoso

CE: custo energético

CO₂: Dióxido de Carbono

FC: frequência cardíaca

FCmax: Frequência cardíaca máxima

GN: terreno de grama natural

IVO₂max: Intensidade mínima associada ao consumo máximo de oxigênio.

LTF2: Segundo limiar de transição fisiológica

MFEL: máxima fase estável de lactato.

O₂: Oxigênio

PDFC: ponto de deflexão da frequência cardíaca

PV: pico de velocidade

TI: Treinamento Intervalado

TIAI: Treinamento intervalado de alta intensidade

VAM: Velocidade aeróbia máxima

VO₂max: Consumo máximo de oxigênio

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Valores descritivos das características antropométricas e da composição corporal dos atletas.....16
- Tabela 2:** Descrição das variáveis analisadas durante os procedimentos da pesquisa.....21
- Tabela 3:** Valores descritivos das variáveis fisiológicas, obtidas em no teste intermitente de campo (TCAR).....29
- Tabela 4:** Valores descritivos das sessões de TIAI na GN e AR.....30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Situação-problema	1
1.2. Objetivo geral	2
1.3. Objetivos específicos	3
1.4. Hipóteses	3
1.5 Justificativa	3
1.6. Definição de Variáveis	4
2. REVISÃO PRELIMINAR DE LITERATURA	6
2.1. Aspectos fisiológicos do Futebol	6
2.2 Consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e intensidade relativa ao VO_2max (IVO_2max)	8
2.3. Pico de velocidade (PV)	9
2.4. Treinamento Intervalado máximo e submáximo	11
2.5. Respostas fisiológicas do exercício em diferentes terrenos	13
3. MÉTODOS	15
3.1. Caracterização do estudo	15
3.2 Sujeitos do estudo	16
3.3. Instrumentos de medida	18
3.4. Coleta de dados	19
3.5 Procedimentos da coleta de dados	21
3.5.1 Protocolo da avaliação antropométrica (avaliação 1)	21
3.5.2 Protocolo do teste Incremental Intermitente de campo (T-CAR) (avaliação 2)	21
3.5.3 Protocolo de treinamento intermitente de alta intensidade (TIAI) (avaliação 3)	22
3.5.4. Determinação da frequência cardíaca	23

3.5.5 Determinação do lactato sanguíneo	23
3.5.6. Determinação da rigidez do terreno	23
3.5.7. Determinação dos parametros ventilatórios	26
3.5.8. Determinação da Percepção subjetiva de esforço	27
3.6. Tratamento estatístico	27
4. RESULTADOS.....	28
5. DISCUSSÃO.....	32
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:	41
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

1.1. Situação-problema

Em esportes coletivos como o futebol, há uma demanda crescente para a investigação científica em métodos práticos e eficientes para o treinamento, entretanto tem sido pouco explorado o treinamento em terrenos alternativos aos que os atletas estão expostos tradicionalmente. Especificamente, a AR pode ser usado para o treinamento de atletas de futebol, no intuito de substituir o terreno de grama natural (GN) não somente para condicionamento físico, mas também para sessões de recuperação e reabilitação (BINNIE et al., 2013).

É bem claro que o exercício em AR em comparação ao GN, apresenta maior custo energético (CE) devido a propriedades mecânicas do próprio terreno e da locomoção sobre o mesmo (ZAMPARO et al., 1992; MORGAN e PROSKE, 1997; LEUJENE et al., 1998; PINNINGTON et al., 2005; GIATSI et al., 2004). Este elevado CE tem sido atribuído a degradação de energia elástica (ZAMPARO et al., 1992), diminuição da eficiência do músculo-tendão (MURAMATSU et al., 2006) e superior contribuição dos músculos dos membros inferiores devido a uma maior necessidade de estabilização do quadril, joelho e tornozelo durante a fase de apoio do ciclo da marcha. (PINNINGTON et al., 2005), o que promove exigências metabólicas superiores nas concentrações de lactato sanguíneo [La], consumo de oxigênio (VO_2) e frequência cardíaca (FC) no AR em relação ao GN.

Contudo, as respostas fisiológicas superiores encontradas foram testadas em velocidades absolutas semelhantes e com caráter contínuo, o que torna incerto a prescrição do treinamento por preparadores físicos que tenham como objetivo utilizar o AR. Neste contexto, Binnie et al. (2013) investigaram o efeito do AR e GN numa sessão de treinamento intervalado (TI), composto por esforços de intensidade máxima percebida que resultou em valores superiores na AR em relação à GN, na FC (172 bpm. m^{-1} vs 163 bpm. m^{-1}) e [La] (10,1 mmol. L^{-1} vs 6,5 mmol. L^{-1}).

Assim, nenhum trabalho utilizou a prescrição do treinamento por meio de uma avaliação específica do esporte, o que limita a possibilidade de prescrever treinamentos com cargas individualizadas para atletas com diferentes níveis de aptidão aeróbia. Uma alternativa de

avaliação que atende estas necessidades é o teste de Carminatti (T-CAR) (CARMINATTI, LIMA-SILVA E DE-OLIVEIRA, 2004) que apresenta incrementos de velocidade com aumentos na distância e utilizando tempo fixo. O T-CAR consiste em acelerações, desacelerações, mudanças de sentido e pausas intermediárias, considerado assim um teste específico para modalidades intermitentes. Além disso, o pico de velocidade (PV) encontrado por meio do T-CAR está associado com o consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$), com a velocidade aeróbia máxima (VAM) (FERNANDES DA SILVA et al., 2011) e com o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) (CARMINATTI et al., 2006).

Porém, é necessário, para a prescrição do treinamento que os valores de PV no GN e AR sejam comparados. Cetolin et al. (2010) encontraram em jovens atletas de futebol valores superiores do PV, no GN (~7%; 1 km.h^{-1}) em relação a AR, existindo a necessidade de outros estudos que comprovem a aplicação do PV em treinamentos na AR.

A aplicação do TI, através do PV obtido no T-CAR, foi apresentada somente na GN (CETOLIN et al., 2013; FERNANDES DA SILVA, 2013). Nestes trabalhos, os valores médios encontrados foram superiores a 90% da FCmax, e estão em consonância com a literatura no que se refere ao do treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) em jogadores de futebol (HELGERUD et al., 2001; HOFF et al., 2002). Na AR, Cetolin et al. (2010) propuseram um TI no sistema “vai e vem” com 3 repetições de 9 min, porém a intensidade utilizada foi submáxima (porcentagem fixa de 80, 4% do PV) e mesmo com velocidades absolutas diferentes, uma superior exigência metabólica foi encontrada no AR, refletidas nas [La] que apresentaram 52% de diferença ($3,3 \pm 0,9$ vs $5,1 \pm 1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$). Assim, até o presente momento nenhum estudo apontou as respostas fisiológicas do TIAI no AR, prescrita por meio de um teste específico do esporte.

Surge desta forma o seguinte problema de pesquisa: Existe diferença na demanda fisiológica (VO_2 , frequência cardíaca, concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço) decorrente de uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI) realizada em grama e na areia?

1.2. Objetivo geral

Comparar as respostas fisiológicas (VO_2 , frequência cardíaca, concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço) entre duas

sessões de treinamento intervalado de alta intensidade de corrida “vai e vem” realizada na grama natural e na areia.

1.3. Objetivos específicos

Identificar as respostas fisiológicas (VO_2 máximo, frequência cardíaca, pico de velocidade, concentrações de lactato) durante o T-CAR na grama natural e as respostas fisiológicas (frequência cardíaca, pico de velocidade e concentrações de lactato) durante o T-CAR na areia.

Comparar as respostas fisiológicas (frequência cardíaca, pico de velocidade e concentrações de lactato) durante o teste progressivo máximo T-CAR na grama natural e na areia.

Identificar e comparar as respostas fisiológicas (VO_2 , frequência cardíaca, concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço) ao longo das repetições de uma sessão do TIAI na grama natural e areia.

1.4. Hipóteses

H1: Há diferença estatística significativa no pico de velocidade encontrado no teste T-CAR entre os dois terrenos analisados.

H2: Há diferença nas respostas fisiológicas (VO_2 , frequência cardíaca, concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço) ao longo das repetições de uma sessão do TIAI na grama natural e na areia.

H3: Há diferença nas respostas fisiológicas médias (VO_2 , frequência cardíaca, concentrações de lactato e percepção subjetiva de esforço) no TIAI entre os dois terrenos analisados.

1.5 Justificativa

O treinamento no AR pode servir em substituição a grama natural em momentos pontuais da temporada competitiva e/ou para redução do impacto músculo esquelético (IMPELIZZERI et al., 2008). Ainda existem várias lacunas quanto à utilização de uma intensidade relativa para realizar a prescrição do treinamento de corrida em AR. Binnie et al.. (2013) demonstraram diferentes respostas agudas no treinamento intervalado entre os terrenos de grama natural e arenoso, porém a intensidade do treinamento era obtida por meio de um teste contínuo e realizada em um terreno compacto.

Existe também uma carência na literatura em relação aos aspectos metodológicos do treinamento realizado na AR. Desta forma, o estudo procurará elucidar a prescrição do treinamento de um índice obtido por meio de um teste progressivo intermitente máximo na GN e a sua carga relativa quando na utilização em outro terreno como a AR. Adicionalmente a isso, diferenças do PV obtido pelo teste T-CAR foram encontradas entre a GN e a AR, bem como maior sollicitação metabólica na intensidade submáxima da porcentagem fixa de 80,4% do PV (CETOLIN et al., 2010). Porém ainda não foram verificadas as respostas agudas na intensidade relativa do PV no teste T-CAR conduzido entre dois terrenos como a GN e a AR, tendo em vista que está bem claro pela literatura que em cargas absolutas iguais na AR, há um maior gasto de energia (ZAMPARO et al., 1992; LEUJENE et al., 1998), maior sollicitação metabólica (PINNINGTON et al., 2005, CETOLIN et al., 2010) e maior consumo de oxigênio (DAVIES E MACKINNON, 2006; PINNINGTON; DAWSON, 2001)

Desta forma justifica-se este estudo na busca de elucidar as respostas agudas em treinamento de alta intensidade utilizando um teste específico do esporte como o T-CAR, o qual apresenta associações com índices aeróbios máximos e submáximos, como o VO_2max , IVO_2max e limiar anaeróbio mensurada em esteira rolante em jogadores de futebol (FERNANDES DA SILVA et al., 2011; DITRICH et al., 2011). Além disso, contempla na sua execução, mudanças de direção, acelerações/desacelerações e pausas entre os estímulos, características estas específicas do esporte. Em adição, apresentará uma originalidade, já que somente um estudo propôs uma metodologia similar, porém a intensidade do treinamento intervalado deste estudo não era obtida por meio de um teste específico da modalidade (BINNIE et al., 2013).

Por fim, a determinação das respostas cardiorrespiratórias e metabólicas (VO_2 , [la], FC), juntamente com a percepção subjetiva de esforço poderá trazer subsídios para os profissionais da real intensidade de treinamento quando na transferência para outro terreno. Assim com o conhecimento da intensidade de aplicação do treinamento aumenta-se as alternativas disponíveis para otimização do treino, principalmente em períodos intensivos de treinamento, já que a AR proporciona menor impacto ao sistema músculo esquelético que a GN (IMPELLIZERI et al., 2008).

1.6. Definição de Variáveis

Consumo máximo de oxigênio (VO_2max):

Conceitualmente, o $VO_2\text{max}$ é um indicador da aptidão cardiorrespiratória (BASSETT; HOWLEY, 2000; SILVA; TORRES, 2002), representando a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser captado e utilizado pelo corpo durante o exercício severo (BASSETT; HOWLEY, 2000), respirando ar atmosférico ao nível do mar (DENADAI, 2000).

Operacionalmente, para assumirmos que na realização do teste intermitente máximo (T-CAR) o indivíduo atingiu o $VO_2\text{max}$, é preciso fossem atingidos pelo menos dois dos seguintes critérios R_{max} superior a 1,15 (BASSETT; HOWLEY, 2000), FC_{max} superior a 90% da FC_{max} predita pela equação de Karvonen et al. (1957), além de respostas de lactato sanguíneo superior a 8 mmol.L^{-1} ao final do teste (BASSETT; HOWLEY, 2000). O consumo de oxigênio foi mensurado respiração a respiração a partir do gás expirado de um analisador de gases.

Intensidade referente ao consumo máximo de oxigênio ($IVO_2\text{max}$):

Conceitualmente, a $IVO_2\text{max}$ pode ser definida como sendo a velocidade de corrida na qual o $VO_2\text{max}$ é atingido durante um teste incremental (DENADAI, 2000).

Operacionalmente, a $IVO_2\text{max}$ será considerada como sendo a menor intensidade de exercício na qual ocorrer o $VO_2\text{max}$ (BILLAT et al., 1996; BILLAT et al., 1999). A Intensidade referente ao consumo máximo de oxigênio é mensurada respiração a respiração a partir do gás expirado de um analisador de gases.

Pico de velocidade (PV):

Conceitualmente, o PV representa a mais alta velocidade atingida durante o teste progressivo, podendo ser determinado com ou sem correções (DE-OLIVEIRA, 2004).

Operacionalmente, o pico de velocidade será determinado como sendo a velocidade referente ao último estágio do teste. O PV será corrigido de acordo com a equação estabelecida por Kuipers et al. (1985), caso o avaliado não consiga completar o estágio.

Treinamento intervalado de alta intensidade (TIAI):

Conceitualmente é definido como estímulos repetidos de exercícios de alta intensidade, intercaladas com períodos de recuperação de baixa intensidade de exercício ou repouso completo (HAWLEY et al., 1997).

Operacionalmente, os estímulos repetidos de exercícios de alta intensidade são aplicados na intensidade da máxima fase estável de lactato ou segundo limiar de transição fisiológica até intensidades supramáximas, com recuperação ativa ou passiva (LAURSEN, 2010).

2. REVISÃO PRELIMINAR DE LITERATURA

2.1. Aspectos fisiológicos do Futebol

O futebol é um esporte intermitente caracterizado por uma série de ações acíclicas estimando-se que aproximadamente 80-90% do desempenho é gasto em baixa e moderada intensidade, enquanto os 10-20% restantes são atividades de alta intensidade (BANGSBOO, 1994, RIENZI et al., 2000). Por outro lado, tem se observado que a proporção das atividades de alta intensidade parece ter se alterado, porém os diferentes critérios adotados pelos pesquisadores para definir as velocidades de caminhada, trote, corrida de alta intensidade e *sprints* dificultam a comparação entre os diferentes estudos, embora recentemente tenha-se mostrado que atletas de elite, são diferenciados de outras categorias pela distância percorrida em alta intensidade (Di SALVO et al., 2007). Desta forma, tais percentuais parecem diferenciar atletas de diferentes categorias. Foi demonstrado que os jogadores internacionais de elite realizam em maior âmbito ações de alta intensidade (2043 metros vs 1900 metros) e ações em *sprint* (650 vs 410 metros) que os jogadores profissionais de um padrão mais baixo (MOHR et al., 2003). Adicionalmente a isso, a única diferença encontrada entre os níveis de desempenho de alta intensidade de corrida ocorreu durante os 15 min finais do segundo tempo, onde os jogadores de elite realizaram 20% a mais de deslocamentos de alta intensidade que outros grupos de atletas de futebol (BRADLEY et al., 2009).

Nesta concepção, um estudo interessante de Di Mascio e Bradley (2013) observaram o desempenho físico durante os períodos mais intensos do jogo. O número total de ações em alta intensidade durante os períodos mais intensos mostrou um aumento de 125% em relação à média do jogo. O tempo de recuperação entre estas repetições foi de 30 s e, além disso, as relações de trabalho e recuperação entre as séries de alta intensidade foram reduzidas de 1:12 (durante a média do jogo) para 1:2 (durante o período mais intenso do jogo), valores dependentes da posição tática exercida. Outro aspecto relevante deste estudo demonstra que nestes períodos mais intensos, houve um aumento de aproximadamente 10% nos períodos de alta intensidade quando a equipe tem a posse de bola. Além disso, o aumento do tempo de recuperação após os períodos mais intensos aumentou 12% em relação à média do jogo, destacando as altas demandas durante esses períodos.

Com relação à distância percorrida na forma de *sprints*, representa aproximadamente 4% da distância total percorrida, contudo estão relacionados aos momentos decisivos de um jogo (BANGSBO et al., 1991, RAMPININI et al., 2007; DI SALVO et al., 2007). Di Salvo et al. (2007) observaram que atletas de elite realizam em média $17,3 \pm 7,7$ (de 3 a 40) *sprints* ($>23 \text{ km.h}^{-1}$) durante a partida, e que estes tem uma distância média de $19,3 \pm 3,2 \text{ m}$ (oscilando entre: 9,9–32,5 m).

Analisando atletas participantes dos campeonatos europeus de clubes, Di Salvo et al. (2010) observaram distâncias percorridas nas faixas de velocidade de $18.1-21.0 \text{ km.h}^{-1}$ (668 m), $21.1-24 \text{ km.h}^{-1}$ (400 m) e acima de 24 km.h^{-1} (469 m).

Quanto à carga interna do atleta de futebol, outros indicadores têm sido utilizados para verificar a exigência fisiológica do futebol, como a FC e as [Ia]. Assim a FC tem sido monitorada tanto em treinamentos quanto em jogos, utilizando os valores percentuais de FC em relação à FCmax (DELLAL et al., 2012, COELHO et al., 2012) e FC de reserva (FC_{res}) (DELLAL et al., 2012). Stolen et al. (2005) realizando uma revisão sobre a fisiologia do futebol afirmam que os valores médios de FC ficam em torno de 80 a 90% da FCmáx. No entanto, isso por si só não significa que os atletas de futebol devem aperfeiçoar apenas a capacidade aeróbia, pois este valor médio é resultado dos valores elevados e reduzidos de FC durante a partida, que caracterizam o padrão intermitente do futebol. Desta forma, o jogo de futebol situa-se em média e pico de FC em torno de 85% e 98% dos valores máximos, respectivamente (BANGSBO, 1994; KRUSTRUP et al, 2006). No entanto, é provável que FC medida durante um jogo possa superestimar o consumo de oxigênio, uma vez que tais fatores como: hipertermia, desidratação e fadiga mental podem elevar a frequência cardíaca sem alterar o consumo de oxigênio. No entanto, tendo em vista estes fatores o jogo parece sugerir que o consumo de oxigênio médio gira em torno de 70% VO₂max (STOLEN et al., 2005).

Os resultados da distância percorrida total, número de *sprints*, valores de FC, e VO₂max nos permitem afirmar que o futebol trata-se de uma modalidade predominantemente aeróbia, porém, apesar de um pequeno percentual da distância total percorrida na forma de *sprint*, este tipo de ação está diretamente relacionada com a desempenho no futebol. Assim, é interessante entender o papel dos índices de VO₂max, IVO₂max nesta modalidade fornecendo informações precisas para a prescrição do treinamento.

2.2 Consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e intensidade relativa ao VO_2max (IVO_2max)

O VO_2max pode ser definido como o nível máximo de captação (pulmões), transporte (coração e vasos) e utilização do oxigênio (principalmente pelos músculos). Este índice tem sido um dos mais investigados na fisiologia do exercício, sendo aceito na literatura científica como um importante indicador da aptidão cardiorrespiratória (BASSET; HOWLEY, 2000). Frequentemente tem se utilizado o VO_2max para a prescrição, e principalmente para o controle dos efeitos do treinamento (BILLAT et al., 1999; LAURSEN et al., 2002).

Por se tratar do limite superior de transformação de energia por meio do metabolismo aeróbio, o VO_2max tem sido considerado o principal indicador fisiológico da potência aeróbia máxima (DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004; DE-OLIVEIRA, 2004). Este índice parece ser limitado por alguns fatores, como: a) capacidade de difusão pulmonar; b) débito cardíaco máximo; c) capacidade de transporte de oxigênio (conteúdo de hemoglobina); d) e limitações musculares associadas ao gradiente de difusão periférica, nível de enzimas mitocondriais e densidade capilar (BASSET; HOWLEY, 2000).

É importante ressaltar que altos valores VO_2max tem sido bem relacionado com a capacidade de recuperação entre esforços de alta intensidade, estando relacionado com a capacidade de ressintetizar fosfocreatina muscular, assim como, com a remoção de lactato sanguíneo (TOMLIN; WENGER, 2001; ALVAREZ, 2003). Apesar de tais informações, o VO_2max não determina isoladamente o desempenho nos esportes com características intermitentes (futebol, handebol, basquetebol, futsal, tênis), visto que estes apresentam características descontínuas, intercalando exercícios de diferentes intensidades, elevando a solicitação do metabolismo anaeróbio, assim como diferentes períodos de recuperação, em relação à duração e intensidade (BANGSBOO, 1996; ALVAREZ, 2003). Tais evidências foram comprovadas por um estudo de Tonessen et al. (2013) que analisaram a evolução do VO_2max entre os jogadores profissionais ao longo de um período de 23 anos utilizando 1545 atletas (22 ± 4 anos, 76 ± 8 kg, 181 ± 6 cm). Os autores não observaram diferença no VO_2max entre os jogadores da seleção e jogadores de 1º e 2º divisão. Os atletas apresentaram 1,6 e 2,1% menor VO_2max durante o período de transição em relação a pré-temporada ($p=0,046$) e na temporada ($p=0,021$), respectivamente. Relativo à massa corporal o VO_2max entre os

jogadores profissionais neste estudo não apresentaram melhoras ao longo do tempo. Durante as temporadas de 2006-2012 apresentou 3,2% menor $VO_2\text{max}$ que aqueles testados durante temporadas de 2000-2006 ($p=0,001$). Por fim os autores indicam que os valores de $VO_2\text{max}$ de aproximadamente $62-64 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ atendem as demandas de capacidade aeróbia no futebol profissional masculino e que este índice não distingue jogadores de padrões diferentes. Estes valores são próximos aos defendidos por Stolen et al. (2005) que apontaram que o $VO_2\text{max}$ nesta modalidade varia entre $50-75 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, exceto os goleiros.

Assim, após tais discussões supracitadas outro índice fisiológico que têm sido explorado para a prescrição e controle do treinamento em esportes intermitentes como o futebol é a intensidade mínima associada ao consumo máximo de oxigênio ($IVO_2\text{max}$) (DEMARIE et al., 2001) que representa a menor velocidade ou potência na qual o $VO_2\text{max}$ é atingido durante um teste de cargas incrementais (BILLAT, 2001).

A $IVO_2\text{max}$ apresenta-se como o índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia máxima e economia de movimento, pois indivíduos com $VO_2\text{max}$ semelhantes podem apresentar valores distintos de $IVO_2\text{max}$, ou seja, diferentes desempenhos aeróbios (BILLAT, 1994).

Embora estas informações sejam relevantes os estudos envolvendo a $IVO_2\text{max}$, no futebol são escassos. Além disso, os variados protocolos utilizados para sua determinação dificultam a comparação dos resultados obtidos na literatura (FERNANDES DA SILVA et al., 2011). Em adição, para determinação direta do $VO_2\text{max}$ existe a necessidade de equipamentos de alto custo para sua mensuração e desta forma medidas indiretas podem também ser obtidas por meio de um teste incremental sem a necessidade da medida direta do VO_2 (CAPUTO et al., 2009).

2.3. Pico de velocidade (PV)

Uma alternativa é a utilização do pico de velocidade (PV) que corresponde ao último estágio, corrigido ou não, alcançado em teste máximo contínuo ou intermitente de campo ou laboratório (LEGER; LAMBERT, 1982; AHMAIDI, 1992; DE-OLIVEIRA, 2004).

Utilizando o PV, Dupont et al. (2010) demonstraram que a VAM obtida por meio do Teste de pista da Universidade de Montreal foi significativamente correlacionada com a velocidade final encontrada

no Yo-Yo Intermittent Recovery Test ($r = 0,79$, $p < 0,01$). Ambos são igualmente relacionados com o desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade, porém não são intercambiáveis, pois a partir de $16,3 \text{ km.h}^{-1}$ eles tendem a não ser mais similares. Com isso, Buchheit (2008) propôs uma avaliação de campo utilizando padrão acíclico denominado 30-15 intermittent fitness test (30-15IFT). Com este protocolo de avaliação foi alcançado o VO_2max ao final do protocolo e o PV do teste foi significativamente maior que a VMA obtida por meio de um teste contínuo. Desta forma, a velocidade final deste teste pode ser utilizada como uma velocidade de referência precisa para proporcionar um nível semelhante de demanda cardiorrespiratória em atletas com diferentes perfis fisiológicos e, portanto, padronizar o conteúdo de treinamento.

De forma similar, Carminatti et al. (2004) desenvolveram um protocolo de corrida intermitente máximo denominado teste de Carminatti (T-CAR). Fernandes da Silva et al., (2011) submetem atletas de futebol de campo ao teste T-CAR e a protocolo de esteira rolante para determinar o PV, VO_2max , IVO_2max e velocidade associada ao *onset of blood lactate accumulation* (vOBLA). Os autores concluíram que o PV encontrado no T-CAR está associado com índices aeróbios (VO_2max , IVO_2max e limiar anaeróbio) mensurada em esteira rolante em jogadores de futebol e este índice pode ser utilizado como uma válida e confiável estimativa da IVO_2max e está associada ao OBLA em atletas de futebol de campo. Dittrich et al. (2011) examinaram a associação entre PV, PDFC e $V_{80.4}$ obtido pelo T-CAR com índices encontrados em esteira (IVO_2max e limiar anaeróbio). Não foram encontradas diferenças significantes do PV no T-CAR e a IVO_2max em laboratório e $V_{80.4}$ e a velocidade do PDFC encontrada no T-CAR obtida pelo método visual estão associados com a velocidade do limiar anaeróbio ($3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$). Somando-se a estes estudos, Floriano et al. (2012) após determinar o PV do teste T-CAR, submetem atletas de futsal a um protocolo de tempo limite (Tlim) na qual foram submetidos a um exercício de carga constante no PV. Esta intensidade permitiu que alcançassem respostas cardiorrespiratórias máximas antes da exaustão voluntária.

Por fim, recentemente Carminatti et al. (2013) compararam dois testes incrementais, um de origem intermitente (T-CAR) e outro de origem contínua (VAMEVAL test). Não foram encontradas diferenças significantes para o PV e para a FCmax , embora os testes apresentem características diferentes (intermitente e contínuo), respectivamente. É sugerido assim pelos autores que as variáveis máximas derivadas do T-

CAR e VAMEVAL podem ser intercambiáveis na concepção de programas de treinamento.

Assim, o PV obtido no teste T-CAR surge como uma medida válida e confiável de aptidão aeróbia e da capacidade de realizar exercícios de alta intensidade intermitente em jogadores de futebol. Desta forma, é importante revisar sobre os modelos de treinamento intermitente de alta intensidade e os índices utilizados para o mesmo.

2.4. Treinamento Intervalado máximo e submáximo

O exercício intermitente tem sido amplamente utilizado no treinamento de diversos esportes individuais bem como de esportes coletivos. Assim sessões de treinamento que envolva exercícios intermitentes que abordam a intensidade encontrada nos jogos de futebol devem ser incluídas, a fim de aperfeiçoar o desempenho físico dos jogadores (DELLAL et al., 2012). As respostas ao treinamento são provavelmente moduladas pela capacidade de recuperação entre os esforços dos indivíduos, como rápido ajuste cardiovascular, metabólico e neuromuscular (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Desta forma, acredita-se que um estímulo ótimo para provocar adaptações, tanto no âmbito cardiovascular, como periférico é aquele em que os atletas permanecem, pelo menos, alguns minutos por sessão em intensidade superiores a 90% VO_2max (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013) maximizando a utilização de sistemas de transporte de oxigênio e podendo, portanto, fornecer o estímulo mais eficaz para melhorar a potência aeróbia. Assim, para esportes intermitentes (como o futebol) um volume de aproximadamente 5 a 7 min a 90% VO_2max são provavelmente suficiente para desenvolvimento da potência aeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

A justificativa plausível para o exercício nesta a intensidade ainda não está claro (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013), entretanto argumenta-se que apenas intensidades de exercício perto do VO_2max permitem um recrutamento de grandes unidades motoras e realização do débito cardíaco quase ao seu máximo que, por sua vez, proporciona adaptação da fibra muscular oxidativa e aumento do miocárdio (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

A duração dos esforços repetidos parece ainda não elucidada totalmente. Para Belfry et al. (2012) os esforços menores que 10 s conduzem a respostas cardiopulmonares relativamente baixas, a não ser que a intensidade esteja fixada em um valor elevado ou os intervalos

sejam curtos para que o exercício fique intenso o suficiente para que limite a completa ressaturação da mioglobina (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Na intensidade de 100-120% da $IVO_2\text{max}$, os esforços com duração acima de 10 s se faz necessária, para obter um alto nível de resposta do VO_2 .

Tais observações foram demonstradas em diversos estudos. Dellal et al. (2012) propuseram treinamento de alta intensidade intermitente realizado em modelos de 10 s/ 10 s, 15 s/ 15 s e 30 s/30 s utilizando o tempo de exaustão a 100%, 95% e 90% do PV de um teste intermitente progressivo máximo (V30-15IFT). Foram observados maiores [la] na intensidade de 100% do PV no modelo de 30 s/ 30 s que no modelo 15 s/15 s. A duração do período de trabalho ou produção de trabalho total foi o fator primordial na determinação da resposta metabólica.

Em adição, Bisciotti (2004) com intensidade de 100% da velocidade aeróbia máxima (VAM) constatou comportamento sem aumentos abruptos das [la] (aumentos maiores que 1 mmol.L^{-1}) em modelos de exercício e recuperação de 10 s/10 s, 20 s/20 s e 30 s/30 s. Entretanto, quando a intensidade era elevada a 105% da VAM, havia uma aumento abrupto no comportamento das [la] durante as séries.

Outro ponto importante a ressaltar é o efeito significativo e prático do tempo de treinamento realizado em intensidades acima de 90% FCmax na aptidão aeróbia. Castagna et al. (2013) analisaram os efeitos de treinamento em jogadores de futebol profissional da permanência em zonas de FC sobre a aptidão e o desempenho aeróbio. Maior tempo de permanência em intensidade acima de 90%FCmax proporcionou maior desenvolvimento no $VO_2\text{max}$ ($r=0,65$; $p=0,02$) e do desempenho no Yo-Yo Intermitent Recovery Test ($r=0,66$, $p=0,01$). Assim, atingir esta intensidade do exercício durante o treinamento de alta intensidade tem trazido benefícios no desempenho do atleta durante o jogo de futebol. Em trabalho clássico, Helgerud et al. (2001) com jogadores de futebol juniores durante intervenção de 8-12 semanas de treinamento aeróbio de alta intensidade consistindo de quatro repetições de quatro min de exercício (a uma intensidade de exercício correspondente a 90 a 95% de FCmáx) separados por três min de recuperação ativa (60% a 70% de FCmax) realizadas duas vezes por semana aumentou em 20% distância total percorrida durante uma partida, 100% o número de *sprints* e 24,1% de envolvimento com a bola durante a partida. Tal evidência sugere que este volume pode ser apropriado para a sua aplicação em treinamento intermitente de alta intensidade.

Tendo em vista tais premissas e com base nos índices de aptidão aeróbia obtidos com T-CAR, é possível prescrever treinamentos de alta intensidade para jogadores de futebol. Recentemente Fernandes da Silva (2013) propôs treinamentos na velocidade de 100% do PV encontrado no teste T-CAR com modelos de 12 s/ 12 s em quatro repetições de quatro min com três min de intervalo de recuperação passiva com atletas da categoria sub-20 e três repetições de cinco min com três min de intervalo de recuperação passiva em atletas profissionais de futebol. A FC encontrada ao final das repetições foi superior a 90% da FC_{max} e diferenças também foram encontradas na FC a partir da segunda série no modelo de três repetições de cinco min o que demonstra que a utilização de repetições com duração de cinco min provoca uma carga significativamente maior na FC a partir da segunda série (CETOLIN et al., 2013). Embora somente alguns parâmetros fisiológicos fossem observados nestes estudos como FC e [la] são necessárias comprovações do comportamento das medidas respiratórias como o consumo de O₂, a ventilação minuto e o coeficiente respiratório durante o treinamento de alta intensidade.

Além disso, outro fator que pode influenciar no treinamento de alta intensidade é o tipo de terreno ao qual o atleta de futebol é exposto (SASSI et al., 2011; IMPELLIZZERI, et al., 2008; MURAMATSU et al., 2006; PINNINGTON; DAWSON, 2001) tendo em vista que o terreno influencia diretamente na intensidade do exercício (MURAMATSU et al., 2006; IMPELLIZZERI et al., 2008; LEUJENE et al., 1998; ZAMPARO et al., 1992) como observado na comparação entre a grama natural e a areia.

2.5. Respostas fisiológicas do exercício em diferentes terrenos

Para a prescrição do treinamento e desenvolvimento do desempenho no futebol tem-se utilizado de várias estratégias. Uma delas é a utilização de terrenos diferentes ao habitual utilizado em competições, tendo como justificativa que o terreno influencia diretamente na intensidade do exercício e nos diferentes efeitos induzidos pelo treinamento (MOREIRA, 2001; IMPELLIZZERI et al., 2008; MURAMATSU et al., 2005). Essa maior solicitação em diferentes terrenos é devido a questões envolvendo aspectos fisiológicos e biomecânicos (LEUJENE et al., 1998). Desta forma, a sobrecarga da corrida na areia, por exemplo, acarreta uma gama maior de movimentos, como flexão de quadril e joelho no início do contato do pé com areia, bem como já em meio apoio do pé proporcionar uma máxima flexão

superior a uma superfície de madeira (PINNINGTON et al., 2005) e movimento do quadril a uma extensão maior (GIATSI et al., 2004). Além disso, o aumento do tempo de contato do pé com o solo, com uma degradação do potencial de energia elástica e redução da eficiência completa do músculo-tendão (ZAMPARO et al., 1992 e MORGAN e PROSKE, 1997), diminuindo a eficiência de trabalho positivo feito pelos músculos e tendões e gerando diferentes trabalhos externos (LEUGENE et al., 1998) e alterações eletromiográficas nos músculos envolvidos na corrida neste terreno (PINNINGTON et al., 2005).

A observação do exercício em diferentes superfícies de treinamentos e competições vem sendo investigada na grama natural e artificial (Di MICHELE et al. 2009). A partir de 36 análises de jogos profissionais de futebol não foram constatadas diferenças estatísticas significantes entre a grama natural e a grama artificial na distância total percorrida em alta intensidade (ANDERSSON et al., 2008). Para Sassi et al. (2011) o custo energético em corridas em diferentes intensidades não apresentaram diferenças significantes entre a grama natural e a grama artificial, mas sim destes dois terrenos quando comparadas a um terreno mais compacto como o concreto.

Sendo assim, na prática do treinamento no futebol e em outros esportes coletivos os atletas são submetidos em diversas ocasiões a treinamentos em outros terrenos, durante a fase de competições ou em períodos de preparação ou de reabilitação (IMPELIZZERI et al., 2008), o que sugere correções quanto à prescrição da intensidade do treinamento (SASSI et al., 2011).

Binnie et al. (2013) compararam o efeito agudo de um treinamento na GN e AR durante uma sessão de treinamento em atletas bem treinados em esporte coletivos. Foram feitas as avaliações iniciais e após 24 horas foi feita uma sessão de treinamento baseada nos parâmetros da avaliação. Os resultados mostraram [la] e FC significativamente elevadas durante a sessão de treinamento na AR em comparação a GN, embora não tenham sido encontradas diferenças entre os terrenos nos marcadores sanguíneos de inflamação muscular, dano muscular e hemólise. Assim a realização de treinamento intervalado na AR em comparação a GN pode resultar em uma maior resposta fisiológica, embora a avaliação utilizada neste estudo foi de característica contínua. Diante desta premissa, Cetolin et al. (2010) utilizando um teste de característica intermitente (T-CAR) encontraram em jovens atletas de futebol, valores superiores do PV obtido na GN ($\sim 7\%$; 1 Km.h^{-1}) em comparação a AR, bem como uma maior exigência metabólica no AR em carga retangular de 27 min na intensidade de $V_{80.4}$

encontrado no teste T-CAR nos respectivos terrenos (grama e areia). Apesar da velocidade na AR ($11,5 \text{ km.h}^{-1}$) ter sido inferior a GN ($12,3 \text{ km.h}^{-1}$), em termos absolutos, a corrida na areia ocasionou um estresse metabólico maior, refletidas nas [la] ($3,3 \pm 0,9$ vs $5,1 \pm 1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$), apresentado diferença de 52%.

Entretanto, neste estudo não foram observados os parâmetros cardiorrespiratórios. Davies e Mackinnon (2006) descreveram aumento significativo ($p < 0,01$) no consumo relativo de oxigênio e nos indicativos de gasto de energia ao caminhar sobre areia em comparação com a grama nas velocidades de $3-7 \text{ km.h}^{-1}$. Para Lejeune et al. (1998) caminhada em AR requer 2,1–2,7 vezes mais despesa de energia que caminhando em terreno compacto à mesma velocidade, enquanto a corrida neste terreno requer 1.6 vezes mais despesa de energia que correndo em uma superfície compacta. Para os autores, o aumento em esforço durante caminhar ou correr em uma superfície macia como areia é devido em grande parte para um aumento no trabalho de músculo-tendão que deve ser feito (predominantemente caminhando) e para uma diminuição na eficiência de músculo-tendão (predominantemente correndo). Zamparo et al. (1992) analisando VO_2 em velocidades de caminhada ($3-7 \text{ km.h}^{-1}$) e corrida ($7-14 \text{ km.h}^{-1}$) encontraram em média, ao caminhar a velocidades maiores que 3 km.h^{-1} , aproximadamente 1,8 vezes elevado o consumo de VO_2 na areia que em terreno compacto. Durante a corrida, independente da velocidade, o consumo de O_2 caracterizou-se 1,2 vezes maior que em terreno compacto. Os resultados encontrados podem ser atribuídos a uma recuperação reduzida de potencial e energia cinética a cada próximo passo ao caminhar em areia (aproximadamente 45% ser comparado a aproximadamente 65% em uma superfície firme).

Desta forma, uma mesma intensidade absoluta não deve ser empregada com os mesmos objetivos, quando se utiliza os dois terrenos diferentes (grama natural e areia), pois ocasionarão respostas fisiológicas distintas e que impossibilitam a transferência de indicadores obtidos em terreno compacto para um mais macio, pois um mesmo valor absoluto de velocidade apresenta diferentes exigências fisiológicas de acordo com o terreno.

3. MÉTODOS

3.1. Caracterização do estudo

O presente estudo pode ser classificado quanto a sua natureza com sendo uma pesquisa aplicada. Quanto à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa. Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva. Por último, com relação aos procedimentos técnicos esta pesquisa é considerada empírica. A classificação acima apresentada para o presente estudo está baseada na conceituação realizada por Santos et al. (2011).

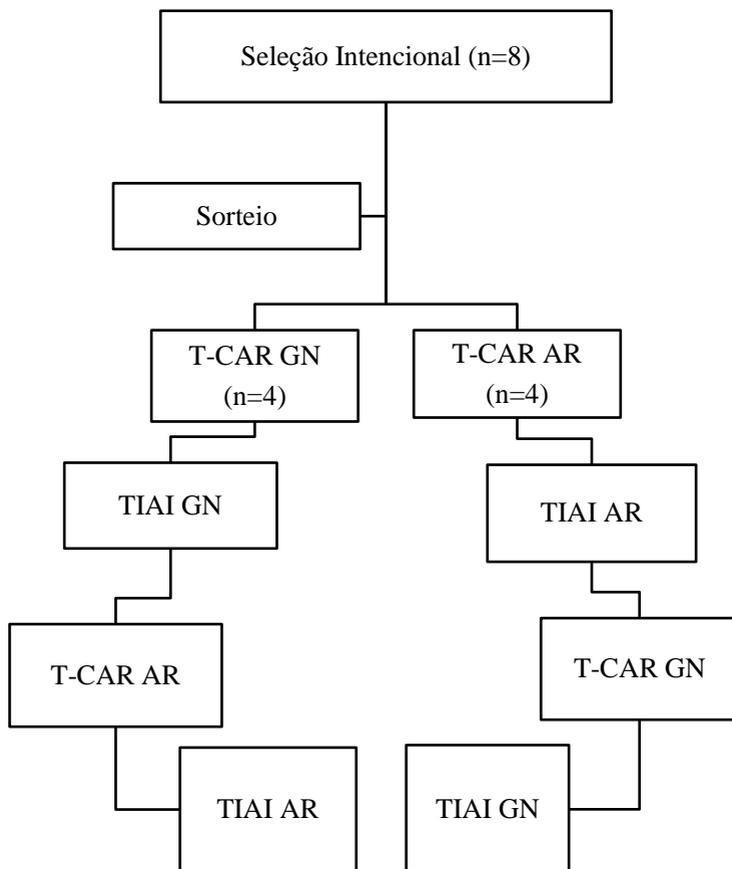
3.2 Sujeitos do estudo

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não probabilística, sendo composta por 08 atletas de futebol do sexo masculino, de nível competitivo nacional, de uma equipe profissional da cidade de Florianópolis. Os atletas selecionados faziam parte da categoria sub-23 (16-23 anos) e com, no mínimo, dois anos de treinamento anteriores ao estudo. Na tabela 1, são apresentados os dados descritivos dos atletas de futebol que participaram do presente estudo.

Tabela 1: Valores descritivos das características antropométricas e da composição corporal dos atletas

<i>Variáveis (n=8)</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>IC (95%)</i>	
			<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>
Idade (anos)	18,37	2,32	16,43	20,31
Massa corporal total (kg)	65,95	5,51	61,34	70,55
Estatura (cm)	174,27	6,84	168,55	179,99
% gordura	10,65	1,65	9,2	12,03

Inicialmente, após a seleção dos atletas, foi realizado um sorteio dividindo os atletas em dois grupos (quatro atletas cada grupo) com o objetivo de definir em qual terreno (AR ou GN) iniciaram-se as coletas de dados. Na figura 1, segue esquema da sequencia das coletas de dados:



GN: Grama Natural

AR: Areia

T-CAR: Teste Intermitente Progressivo Máximo proposto por Carminatti et al. (2004)

TIAI: Sessão de treinamento intervalado de alta intensidade

Figura 1: Ilustração da sequencia de coletas de dados

3.3. Instrumentos de medida

Foram realizadas medidas de massa corporal utilizando-se uma balança eletrônica marca Toledo® com resolução de 100g. A estatura foi determinada com um estadiômetro da marca Sanny® com resolução de 0,5 cm. Para mensuração das dobras cutâneas foi utilizado um compasso científico da marca Cescorf® Para analisar as trocas respiratórias foi utilizado o analisador de gás (K4 b², COSMED) que tem um peso aproximado de 600g. Este instrumento foi validado para medir o consumo de oxigênio por meio de uma gama ampla de intensidades de exercício (McLAUGHLIN et al., 2001) bem como sua confiabilidade teste-reteste foi demonstrada ser satisfatória (DUFFIELD et al., 2004).

Para realizar o T-CAR, além de fichas para controle do teste, foi utilizado um aparelho de som (PANASONIC®), uma caixa de som amplificada capaz de gerar o áudio do protocolo do T-CAR (CARMINATTI et al., 2004), fita métrica de 50 m, seis cones e duas cordas brancas com 10 m de comprimento (demarcar linhas de referência das distâncias de cada estágio). Recentemente, o teste T-CAR foi validado comparando mensurações laboratoriais (FERNANDES DA SILVA et al., 2011). A análise do lactato foi realizada por meio de um analisador eletroquímico YSI 2700 STAT®.

O monitoramento da frequência cardíaca foi realizado por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar®, modelo S610i permitindo o registro e o armazenamento do comportamento da FC a cada 5s. Adicionalmente, a FC foi monitorada e armazenada pelo analisador de gases (K4 b², COSMED).

Os registros de temperatura e umidade relativa do ar foram realizados durante os testes com um termômetro/higrômetro digital da marca Vacumed®.

Para determinação da rigidez da superfície para TIAI na AR e na GN foi utilizado um penetrometro dinâmico de cone (DCP) (figura 2). Para a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi utilizado a escala de Borg de 10 pontos (CR10) proposta por Foster et al. (2001).



Figura 2: Visualização do penetrômetro dinâmico de cone (DCP)

3.4. Coleta de dados

Primeiramente foi marcada uma reunião com os preparadores físicos e dirigentes das equipes sendo explicados os procedimentos do estudo e buscando a autorização para realizar o estudo, visto que esta autorização era necessária para submeter o projeto ao comitê de ética. Após isso, os procedimentos adotados do estudo foram submetidos à aprovação pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) para pesquisas envolvendo seres humanos.

Após a aprovação do projeto os atletas das equipes, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar da pesquisa. Após a seleção intencional dos atletas, por meio de sorteio os atletas foram divididos em dois grupos (4 atletas cada grupo) com intuito de cada grupo começar as avaliações em terrenos diferentes (GN e AR) para minimizar qualquer influência do terreno nas respostas fisiológicas em um terreno posterior.

Na primeira avaliação no turno determinado (manhã ou tarde) os sujeitos realizaram a avaliação antropométrica e posteriormente o protocolo do teste incremental intermitente máximo (T-CAR) no terreno sorteado (GN ou AR). Através dos dados obtidos da distância final (m) e

velocidade final ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) encontrada no PV do T-CAR foram definidas as intensidades que cada sujeito irá realizar na avaliação 3, no terreno sorteado.

Após o teste T-CAR respeitando 48 horas, os atletas retornaram no mesmo turno e aproximadamente mesmo horário do dia para realizar a sessão de TIAI no terreno ao qual tinham realizado o T-CAR. Através dos dados obtidos da distância final (m) encontrada no PV do teste T-CAR foram definidas as intensidades que cada sujeito iria realizar o TIAI.

Assim, os atletas realizaram um aquecimento com duração de 5 min, a 70% da distância em que iriam realizar o TIAI, utilizado um modelo de esforço pausa (1:1). A sessão de TIAI consistiu em uma série com três repetições de corridas no sistema “vai e vem” com duração de 5 min com 3 min de recuperação passiva. A intensidade foi controlada por um sinal sonoro com ritmo de 12 s de exercício por 12 s de pausa (razão esforço-pausa 1:1). Ao término das repetições foi coletada uma amostra de sangue do lóbulo da orelha e da PSE do sujeito para posterior comparação.

Ao término destes procedimentos, respeitando novamente 48 horas de intervalo e no mesmo turno e horário do dia, os sujeitos realizaram novamente a o teste incremental progressivo máximo (T-CAR) em um terreno diferente do qual realizaram os dois primeiros procedimentos. Após 48 horas, foi realizada a sessão de TIAI neste terreno. Assim todos os procedimentos foram repetidos. É importante ressaltar que no terreno de GN, os atletas realizaram o T-CAR e TIAI com os pés descalços e no GN, com calçados próprios do esporte (chuteiras). Além disso, o T-CAR realizado no GN teve a mensuração do VO_2max através do espirometrô portátil, procedimento que não foi realizado no AR.

A média de temperatura e umidade relativa do ar no T-CAR foi de $26\pm 3,2$ °C; $62,1\pm 9,9\%$ na GN e $25,7\pm 4,4$ °C; $62,5\pm 9,3\%$ na AR, respectivamente. Durante o TIAI, a média de temperatura e umidade relativa do ar no GN foi de $26,6\pm 2,7$ °C; $53,8\pm 9,7\%$ na GN e $28,5\pm 2,3$ °C; $58,6\pm 7,3\%$ na AR, respectivamente.

A tabela 2 ilustra as variáveis analisadas em cada procedimento.

Tabela 2: Descrição das variáveis analisadas durante os procedimentos da pesquisa.

<i>Procedimentos</i>	<i>Variáveis Analisadas</i>
T-CAR _{GN}	VO ₂ , FC, [la], PSE, PV
TIAI _{GN}	VO ₂ , FC, [la], PSE
T-CAR _{AR}	FC, [la], PSE, PV
TIAI _{AR}	VO ₂ , FC, [la], PSE

TIAI: Treinamento intervalado de alta intensidade.

GN: terreno de grama natural.

AR: terreno arenoso.

As atividades foram realizadas nas dependências do clube de origem dos atletas, no parque público da cidade de São José-SC e do Laboratório de Esforço Físico (LAEF) da UFSC. Os dados foram coletados por pesquisadores (mestrandos) treinados para a utilização dos instrumentos.

3.5 Procedimentos da coleta de dados

3.5.1 Protocolo da avaliação antropométrica (avaliação 1)

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguirão os protocolos definidos em Petroski (2011). Foram realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. A densidade corporal (DC) foi estimada a partir da equação específica para atletas do sexo masculino desenvolvida por Jackson e Pollock (1978).

$$DC = 1,112 - 0,00043499 (\Sigma 7 \text{dobras}) = 0,0000055 (\Sigma 7 \text{dobras})^2 - 0,00028826 (\text{idade}).$$

Onde: $(\Sigma 7 \text{dobras}) = \text{peitoral} + \text{axilar média} + \text{tríceps} + \text{subescapular} + \text{abdome} + \text{supra ílfaca anterior} + \text{coxa}.$

A partir da densidade corporal do sujeito pode-se determinar o percentual de gordura deste por meio da equação de Siri (1961). $\%G = [(4,95 / DC) - 4,50] * 100.$

3.5.2 Protocolo do teste Incremental Intermitente de campo (T-CAR) (avaliação 2)

Este teste é incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi estágios de 90 s de duração, em sistema “ida-e-volta”, constituído de cinco repetições de 12 s de corrida (distância variável), intercaladas por 6 s de caminhada (± 5 m). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 s, 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 m) com incrementos de $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio até a exaustão voluntária, mediante aumentos sucessivos de 1m a partir da distância inicial, conforme esquema ilustrativo apresentado na figura 3 (CARMINATTI et al., 2004). O teste foi considerado máximo quando os avaliados atingirem todos os critérios a seguir: razão de troca respiratória maior que 1,10; FCmax de no mínimo 90% da FCmax predita para a idade e a fadiga máxima que o impediu de continuar o teste (LAURSEN et al., 2002).

Durante a aplicação do T-CAR realizado na GN e AR, somente na GN, foi monitorada o VO₂ pelo analisador de gás (K4 b², COSMED).

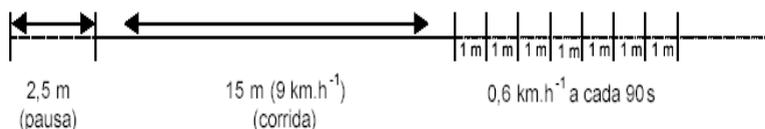


Figura 3: Visualização do esquema do teste intermitente TCAR

3.5.3 Protocolo de treinamento intermitente de alta intensidade (TIAI) (avaliação 3)

Os atletas realizaram em cada terreno (grama e areia) corridas na velocidade referente a 100% do PV, na distância final encontrada no teste T-CAR referente a cada terreno. Foi utilizado um modelo no mesmo sistema do T-CAR (“vai e vem”) de esforço pausa (1:1), desta forma, os atletas cumpriram esta distância em 12 s (com mudança de

sentido a cada 6 s) e havia 12 s de recuperação passiva. A série teve um volume total de três repetições, com duração de cinco min cada e intervalo passivo de três min entre as repetições. A duração das repetições foi reportada em investigação anterior por Cetolin et al. (2013) e além disso, o volume utilizado no TIAI é similar à demanda de jogo nos 5 minutos mais intensos de uma partida competitiva (Di MASCIO; BRADLEY; 2013).

3.5.4. Determinação da frequência cardíaca

Nas avaliações 2 e 3 a FC foi monitorada durante todas as avaliações por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar®, modelo S610i permitindo o registro do comportamento da FC a cada 5 s e adicionalmente, a FC foi monitorada também pelo analisador de gás (K4 b², COSMED).

Para análise de dados foi utilizada a FCmax encontrada no teste T-CAR realizada na GN, uma vez a FCmax encontrada no T-CAR neste terreno, foi validada quando comparada a protocolo em esteira rolante e pode ser utilizada como referência para a prescrição de treinamento (DITRICH et al., 2011).

3.5.5 Determinação do lactato sanguíneo

A coleta sanguínea foi realizada a partir da perfuração do lóbulo da orelha com uma lanceta descartável, sendo coletados 25µl de sangue em capilares heparinizados e em seguida, armazenadas em tubos *ependorfs*, contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1%. Estes procedimentos foram utilizados logo após o T-CAR e ao final das repetições do TIAI.

3.5.6. Determinação da rigidez do terreno

Antes do início dos procedimentos, 10 amostras (distribuídos por toda a área do terreno) foram observadas pelo pesquisador para verificar a compactação do terreno. O ensaio com o penetrômetro foi realizado em um terreno de 30 m de comprimento por 17 m de largura, e foram escolhidos neste espaço 10 pontos para a realização da verificação.

O DCP é portátil e constitui-se de um peso de 8 kg que é conduzido por uma haste guia para cair em queda livre de uma altura de

575 mm sobre uma haste metálica, na extremidade da qual um cone padrão com ângulo de ápice de 60° ou 30° e diâmetro da base do cone de 20mm é cravado no terreno. A relação do DCP com a resistência do solo é definida pela declividade da curva que associa o número de golpes na abscissa pela profundidade de penetração (em mm/golpe) nas ordenadas, considerando um determinado segmento linear. Estes procedimentos foram utilizados conforme os observados no estudo de Davies e Mackinnon (2006) e estão ilustrados na figura 4.

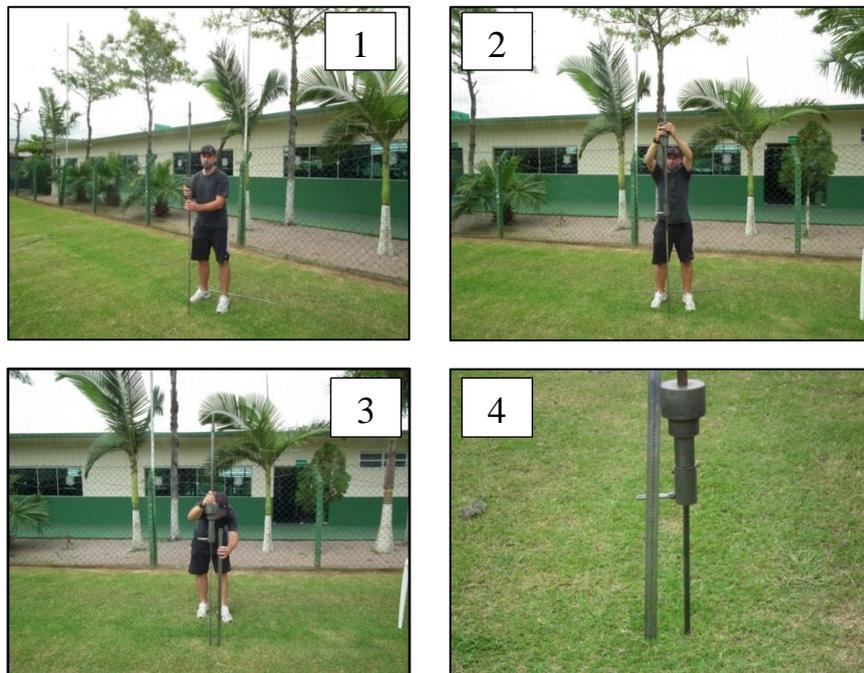


Figura 4: Sequência de ilustrações da utilização do DCP. 1) Posicionamento Inicial 2) Elevação do martelo 3) Medição da penetração do terreno 4) Visualização da régua do DCP

Foram encontradas diferenças estatísticas significantes na penetração do terreno no 1º golpe ($p < 0,001$) entre o GN ($5,5 \pm 2,0$ mm) e o AR ($14,62 \pm 1,40$ mm) e também no 2º golpe ($p < 0,001$), com valores médios de GN ($9,25 \pm 2,76$ mm) e AR ($39,12 \pm 4,09$ mm). Estas evidências comprovam que o AR utilizado no presente estudo, tem compactação muito inferior ao terreno de GN (Figura 5).

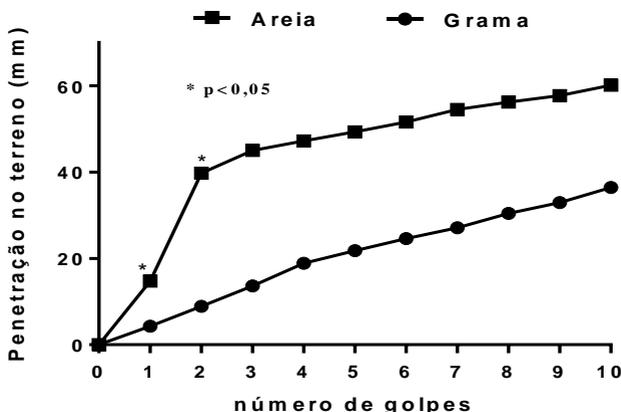


Figura 5: Valores de penetração do terreno (mm) nos primeiros 10 golpes nos dois terrenos (grama e areia).

3.5.7. Determinação dos parâmetros ventilatórios

O consumo de oxigênio foi mensurado respiração a respiração durante o T-CAR realizado somente na GN e durante as sessões de TIAI tanto no GN e AR a partir do gás expirado, no analisador de gases K4 b², Cosmed®. A calibração do analisador de gás (K4 b², COSMED) foi realizada, antes de cada teste, de acordo com as recomendações do fabricante obedecendo à seguinte sequência: 1) calibração do ar ambiente: consiste em utilizar uma amostra do ar ambiente para comparação dos valores de CO₂ e O₂ atmosféricos (0,03% para CO₂ e 20,93% para O₂); 2) calibração do gás: consiste em enviar para o analisador de gás uma amostra conhecida de gás do cilindro (16% de O₂ e 5% de CO₂); 3) calibração da turbina: consiste em mensurar o volume de uma seringa de três litros para calibração do fluxo da turbina; 4) Calibração *delay*: consiste em mensurar o tempo necessário para a amostra de gás passar por meio da linha de ar antes de ser analisada.

O VO₂ foi mensurado respiração a respiração e para análise dos dados, os mesmos foram reduzidos em médias de 15 s durante a avaliação do protocolo intermitente máximo (T-CAR) realizado na GN e o maior valor destas médias foi considerado o VO₂max. Na sessão de TIAI, o VO₂ foi mensurado no AR e GN e para análise das repetições os

dados foram reduzidos em médias de 5 s sendo considerada a média do VO_2 durante os 5 min da repetição.

Para fins de comparação do TIAI entre a GN e AR, foi utilizado o % VO_{2max} levando-se em consideração o VO_{2max} obtido através do T-CAR no AR.

3.5.8. Determinação da Percepção subjetiva de esforço

Para a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi utilizado a escala de Borg de 10 pontos (CR10) proposta por Foster et al. (2001). Nas sessões de TIAI, a PSE foi coletada após o final das repetições e todos os atletas já eram familiarizados, uma vez que a PSE faz parte da avaliação das rotinas de treinamento dos atletas avaliados.

3.6. Tratamento estatístico

Para tratamento estatístico inicialmente foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($n < 50$) para verificar a distribuição dos dados. Para apresentar as variáveis do estudo foi utilizada a estatística descritiva (média, desvio-padrão e intervalo de confiança de 95%). Para comparação das médias do PV, FC, [la] e rigidez do terreno, foi utilizado o teste t de Student para amostras pareadas. Para comparação das médias das variáveis fisiológicas (% VO_{2max} , %FCmax, PSE e [la]) entre as repetições de alta intensidade na AR e GN, bem como para comparação das médias das variáveis fisiológicas nos diferentes terrenos foi utilizado o ANOVA para medidas repetidas. Em todos os testes estatísticos foi adotado o nível de significância de 5%.

Além disso, o efeito prático da comparação das médias das variáveis fisiológicas (% VO_2 , %FCmax, PSE e [la]) entre as repetições de alta intensidade nos diferentes terrenos avaliados foi utilizado o effect size (ES) de acordo com Cohen (1988). Os valores de ES tiveram as seguintes classificações: $<0,2$: trivial; $0,2-0,5$: pequeno; $0,5-0,8$: moderado; $>0,8$: grande.

4. RESULTADOS

Na tabela 3, são apresentadas as variáveis fisiológicas máximas (PV, VO_2 max, Rmax, [la]pico, FCmax) do teste T-CAR na GN e as variáveis fisiológicas máximas (PV, [la]pico, FCmax) no AR.

Na tabela 4, são apresentados os valores descritivos de desempenho (% VO_2 , [la], %FCmax e PSE) durante a sessão de TIAI no GN e AR

Tabela 3. Valores descritivos das variáveis fisiológicas, obtidas no T-CAR em ambos os terrenos.

<i>Variáveis</i>	<i>Média ± dp</i>	<i>IC (95%)</i>		<i>Diferença Absoluta</i>	<i>p</i>
		<i>Inferior</i>	<i>Superior</i>		
VO ₂ max (ml.kg. ⁻¹ .min ⁻¹)	GRAMA 52,1±2,8	49,4	54,8	-	-
Rmax	GRAMA 1,24±2,5	1,1	1,2	-	-
PV (km.h ⁻¹)	GRAMA 15,3±0,7	14,7	15,8	9,4	0,02
	AREIA 13,8±0,8*	13,2	14,5		
[la]max (mmol.L ⁻¹)	GRAMA 9,3±2,2	7,5	11,0	2,1	0,89
	AREIA 9,5±1,6	8,1	10,7		
FCmax (bpm)	GRAMA 197,5±6,5	192	202,9	-	0,76
	AREIA 197,3±7,4	191,1	203,5		

Notas: Rmax: coeficiente respiratório máximo, [la]max: concentração de lactato máximo, PV: pico de velocidade, FCmax: frequência cardíaca máxima.

*Significativamente diferente da GRAMA (P <0,05).

Tabela 4: Valores descritivos das sessões de TIAI na GN e AR.

<i>Variáveis (n=8)</i>		<i>1ª repetição</i>	<i>2ª repetição</i>	<i>3ª repetição</i>	<i>Média/sessão</i>	<i>ES</i>
% VO ₂ max	GRAMA	86,88±3,40	87,62±3,78	88,02±3,25	87,50±3,34	2
	AREIA	93,05±3,64‡	95,43±2,32‡	95,33±2,51‡	94,60±2,96	
[la] (mmol.L ⁻¹)	GRAMA	4,24±0,77*	6,20±1,28	6,70±1,48	5,71±1,58	2
	AREIA	7,37±1,91*‡	11,60±2,64‡	13,29±2,56‡	10,75±3,41	
%FCmax	GRAMA	87,50±4,29†	90,78±2,30	92,65±2,0	90,31±3,62	1
	AREIA	91,08±3,44†‡	94,55±2,17‡	96,02±2,25‡	93,88±3,31	
PSE (0-10)	GRAMA	3,43±0,78*	5,14±1,06	6,29±1,38	4,95±1,59	1,8
	AREIA	6,71±1,11†‡	7,85±1,06†‡	9,42±0,53‡	8±1,44	

Notas: ES, tamanho do efeito. Limiares para ES: 40-79, moderada; ≥ 0,80, grande. Os tamanhos de efeito > 0,80 (grande) são destaque com texto em negrito.

‡ Significativamente diferente da GRAMA (P < 0,05).

* Significativamente diferente em relação à 2ª e 3ª repetição (P < 0,05)

† Significativamente diferente em relação à 3ª repetição (P < 0,05)

No GN, nas [la] foram encontradas diferenças estatísticas significantes da 1º repetição para a 2º ($p=0,020$) e 3º repetição ($p=0,004$). O mesmo comportamento foi observado na PSE, com diferenças estatísticas significantes da 1º para a 2º ($p=0,025$) e 3º repetição ($p<0,001$), indicando que com o decorrer das repetições no terreno de GN há um aumento da solicitação metabólica e de percepção do esforço. Já em relação ao %FCmax foi encontrada diferença estatísticas significantes somente da 1º para a 3º repetição ($p=0,014$).

No AR, foram encontradas diferenças estatísticas significantes nas [la] da 1º repetição para a 2º ($p=0,01$) e 3º repetição ($p<0,001$). Este comportamento foi similar ao observado no terreno de GN. Na PSE foram encontradas diferenças estatísticas significantes da 1º repetição para a 3º repetição ($p<0,001$) e da 2º para a 3º repetição ($p=0,016$). Tais evidências apontam que durante a sessão de TIAI realizado em AR a percepção sobre esforço vai elevando-se com o decorrer das repetições. Em relação ao %FCmax foi encontrada diferença estatística significativa da 1º para a 3º repetição ($p=0,008$).

Não foram encontradas interações significantes (repetições vs. terreno) para as [la] ($p=0,789$), %VO₂max ($p=0,793$), %FCmax ($p=0,983$) e PSE ($p=0,490$), entretanto, um significativo efeito foi encontrado para o terreno ($P<0,0001$) em todas estas variáveis.

5. DISCUSSÃO

O principal achado do presente estudo foi demonstrar que as respostas fisiológicas (%VO₂, [Ia], %FCmax e PSE) encontradas no TIAI no sistema de “vai-e-vem” foram superiores no AR em relação a GN quando são realizadas na mesma intensidade relativa (i.e 100% PV)($p < 0,05$; $ES > 0,8$). A média encontrada no AR foi $94,6 \pm 2,9\%$ do VO₂max, comprovando que este modelo de treinamento utilizado pode induzir a melhoras no VO₂max e solicitar maior demanda cardiovascular.

A presente investigação segue a tendência atual de comparar modelos de TIAI em jogadores de futebol (ASSADI; LEPERS, 2012; BUCHHEIT et al., 2012; DELLAL et al., 2011; FAUDE et al., 2013), contudo existe uma lacuna sobre a utilização de modelos de treinamento em terrenos distintos aos que os atletas estão expostos tradicionalmente a treinamentos e jogos. Os estudos tem se concentrado nas respostas fisiológicas em cargas absolutas de caminhada e corrida, entre o GN e AR (DAVIES; MACKINNON, 2006; LEJEUNE et al., 1998; PINNINGTON et al., 2005; PINNINGTON; DAWSON, 2001).

Um dos objetivos específicos desta investigação foi comparar o PV encontrado entre o teste T-CAR realizado na GN e no AR, com o intuito de que a intensidade do TI fosse relativizada para cada terreno. Foi encontrada diferença estatística significativa ($p = 0,002$) no PV obtido por meio do teste T-CAR entre o AR e GN. Os resultados demonstraram que o PV no AR foi menor que no terreno GN; ($9,42\%$ e $1,44 \text{ km.h}^{-1}$) (tabela 3). Isto acontece pela instabilidade e pela menor resistência oferecida pela areia, gerando uma sobrecarga na articulação do tornozelo, no momento de empurrar, ao longo do eixo vertical do movimento. (PINNINGTON et al., 2005). Com isso, o indivíduo tenta equilibrar e igualar o movimento, movendo o quadril a uma extensão maior (GIATSI, 2004), contribuindo para os menores valores do PV encontradas em AR.

Em estudos anteriores, Cetolin et al. (2010) observaram diferenças entre o AR e GN no PV encontrado no T-CAR. O PV no AR foi em média 7% inferior, em termos relativos e aproximadamente de 1 km.h^{-1} em termos absolutos. Já Sannicandro et al. (2007), estudando atletas de *beach soccer*, observaram uma exigência no AR 15% superior ao terreno com uma maior compactação (concreto). Os valores encontrados nestes trabalhos compararam a intensidade de exercício em um terreno de areia fina de água doce e de água salgada, porém não

foram apresentados valores referentes à compactação do terreno, o que demonstra que diferentes intensidades são exigidas para a classificação de cada AR (fino, médio e grosso; de água doce ou água salgada) e que a magnitude da diferença de custo de energia varia de acordo com as características da areia, tais como sua granulação, teor de umidade, profundidade e consistência do substrato, que associadas podem contribuir para o grau de rigidez do terreno. (DAVIES; MACKINNON, 2006).

Desta forma, variações podem também existir em diferentes terrenos AR (areia da borda da praia ou das dunas de areia) (PINNINGTON; DAWSON, 2001); ou seja, a diferença nos índices de rigidez entre as superfícies AR e GN, parece estar diretamente relacionada com o CE observado durante o exercício. Estas diferenças de compactação no AR podem explicar a discrepância dos valores de PV entre os terrenos de AR e GN, encontradas no presente estudo em comparação as outras investigações (CETOLIN et al., 2010; CETOLIN et al., 2013; SANNICANDRO et al., 2007).

Os valores de $VO_2\text{max}$ ($52,2\pm 3,0$ ml.kg.min⁻¹) encontrados durante teste incremental na GN foram inferiores aos reportados por Tonessen et al. (2013) que avaliaram a medida direta do $VO_2\text{max}$ de atletas de futebol noruegueses durante mais de duas décadas (1989-2012) e sustentam que valores de $\sim 62-64$ ml.kg.min⁻¹ são necessários para atender as demandas de capacidade aeróbia no futebol profissional masculino. Esta discrepância de resultados pode ser explicada em parte pelo nível dos atletas, pelo momento atual de treinamento ao qual foram avaliados (período preparatório) e também pela técnica de mensuração, já que no presente estudo as mensurações foram realizadas utilizando medida direta do VO_2 por meio de um teste específico de campo.

O T-CAR foi proposto por Carminatti et al.(2004) e assim já foram desenvolvidos uma série de outros trabalhos envolvendo esta avaliação (FERNANDES DA SILVA et al., 2011, DITTRICH et al., 2011, CETOLIN et al., 2010), entretanto, nenhum trabalho até o presente momento avaliou a medida direta do $VO_2\text{max}$ durante o teste T-CAR, o que limita a discussão com valores brutos deste teste e oriundos de outros testes de campo. Contudo, a literatura tem apresentado outros trabalhos que investigaram a medida direta do $VO_2\text{max}$ em testes intermitentes de campo, como o Yo-Yo intermitente test de nível 1 ($63,0\pm 3,8$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) (METAXAS et al., 2005); Yo-Yo intermitente test de nível 2, ($56,1\pm 4,5$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) (AZIZ et al., 2005); ($57,2\pm 4,6$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) (FORNAZIERO et al., 2009); shuttle run de 20 m ($59,1\pm 4,8$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) (AZIZ et al., 2005) e 45-15

intermittent test ($55,6 \pm 5,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (CASTAGNA et al., 2013); valores estes superiores aos encontrados no presente estudo.

Para a prescrição do TIAI é importante ressaltar a importância do controle de inúmeras variáveis como FC, [la], VO_2 e PSE (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). A porcentagem do VO_2max atingida tem sido utilizada para julgar a eficácia do TI, uma vez que em indivíduos bem treinados, o aumento no VO_2max é geralmente observado após treinamento em porcentagens de 90-100% VO_2max (JONES; CARTER, 2000), que pode assim estimular de forma mais eficiente as adaptações fisiológicas relacionadas à potência aeróbia (DE LUCAS et al., 2009). Tem sido assumido que o TIAI para atletas de esporte coletivos, como o futebol, os percentuais acima de 90% do VO_2max , poderiam ser usados como um critério relevante para caracterizar e analisar o estímulo do exercício (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

No AR, o % VO_2max médio encontrado durante as três repetições de cinco minutos foi de $94,6 \pm 2,96$ (tabela 4). Estes resultados comprovam que o TIAI realizado no terreno AR, foi capaz de manter os atletas na zona de desenvolvimento da potência aeróbia (>90% VO_2max) (MIDGLEY; MCNAUGHTON, 2006), o que se aproxima do recomendado para prescrição do treinamento em atletas de esportes coletivos (~5-7 minutos) (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Já no GN, o % VO_2 encontrado nas repetições foi de $87,7 \pm 3,1\%$ do VO_2max durante os cinco minutos da repetição (tabela 4). Resultado similar foi reportado em investigação anterior por Cetolin et al. (2013) que utilizando modelo idêntico ao presente estudo encontraram em atletas profissionais de futebol valores médios de $87,3 \pm 12,7\%$ do VO_2max . Assim, uma das justificativas plausíveis do TIAI realizado no terreno de GN não atingirem valores superiores do % VO_2max é o modelo de esforço/pausa de 1:1 utilizado (12 s de exercício por 12 s de recuperação passiva). Floriano (2012) investigando as respostas fisiológicas de atletas de futsal, utilizando como índice fisiológico o PV obtido por meio do T-CAR encontrou valores máximos de VO_2 após uma carga até a exaustão em um modelo de esforço/pausa de 2:1 (12 s de esforço por 6 s de pausa passiva), portanto, a recuperação superior utilizada no presente estudo pode ter influenciado nas respostas de VO_2 inferiores na GN.

Outra justificativa é a duração do exercício utilizado na presente investigação, uma vez que a literatura aponta que para obterem-se respostas fisiológicas elevadas, o período de duração do exercício intermitente necessita ser superior a 10 s (ASSADI; LEPERS, 2012;

BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Entretanto, é necessário cautela durante a interpretação deste resultado, uma vez que a presente investigação demonstrou somente resultados oriundos de respostas agudas a este modelo de TIAI. Fernandes da Silva (2013) em atletas juniores com um modelo de treinamento similar ao presente trabalho, diferindo-se apenas no volume (quatro repetições de quatro minutos) realizado na GN encontrou em período de cinco semanas (duas sessões por semana), desenvolvimento de índices aeróbios (máximo e sub-máximo) como o PV ($16,6 \pm 0,7$ vs $17,5 \pm 0,7$ km.h^{-1}) e o limiar 2 de transição fisiológica (LTF2) ($12,8 \pm 0,6$ vs $13,8 \pm 0,8$ km.h^{-1}). Curiosamente, não foram encontradas diferenças importantes no VO_2max durante a intervenção, que corrobora com os achados do presente estudo e de um trabalho anterior (CETOLIN et al. 2013), comprovando que o modelo de TIAI no GN, não atinge valores máximos de VO_2 e pode não ser eficaz no aumento do VO_2max após um programa de treinamento, embora possa ser eficaz para outros índices como os acima mencionados. Contudo, na comparação dos terrenos (GN e AR) encontraram-se diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) entre os terrenos. As investigações comparando o VO_2 entre os terrenos de GN e AR utilizaram-se de velocidades absolutas semelhantes e apresentaram somente valores absolutos do VO_2 (DAVIES; MACKINNON, 2006; LEJEUNE et al., 1998; PINNINGTON; DAWSON, 2001) o que limita a discussão com os dados do presente estudo, bem como da aplicabilidade na prescrição do treinamento.

Adicionalmente, um elevado *effect size* foi encontrado ($ES > 2$; grande) o que comprova que o TIAI realizado no AR tem uma aplicação prática relevante e pode ser utilizado para a prescrição do treinamento com o objetivo de desenvolver a potência aeróbia de atletas de futebol. Estes resultados devem-se a existência de um coeficiente de exigência de solicitação energética (CE) entre AR e terrenos compactos. Zamparo et al. (1992) analisando VO_2 em velocidades de caminhada ($3-7$ km.h^{-1}) e corrida ($7-14$ km.h^{-1}) encontraram em média, ao caminhar a velocidades maiores que 3 km.h^{-1} , no AR, VO_2 aproximadamente 1,8 vezes superior que em terreno compacto. Já posteriormente, Lejeune et al. (1998) encontraram no AR, valores superiores de CE na caminhada (2,1-2,7 vezes) e inferiores na corrida (1,6 vezes). Há também uma recuperação reduzida de potencial e energia cinética a cada próximo passo ao deslocar-se no AR (aproximadamente 45% quando comparado a aproximadamente 65% em uma superfície firme) e para uma recuperação reduzida de energia elástica ao correr no AR (LEJEUNE et

al., 1998) o que solicita um maior consumo de O_2 (PINNINGTON; DAWSON, 2005).

Contudo, nestes trabalhos a análise do VO_2 ocorreu em velocidades absolutas semelhantes e com caráter contínuo. Assim, o presente estudo é o primeiro até este momento a comprovar que um TIAI com a utilização da intensidade relativa ao PV obtido por meio do teste T-CAR em cada terreno (GN e AR) solicita valores superiores de VO_2 . Em adição, é importante ressaltar que o TIAI utilizado similarmente ao teste T-CAR é de caráter intermitente e utiliza o sistema de “vai-e-vem”, com distâncias entre 15-35 metros com mudanças de sentido de 180° , contendo repetidas frenagens, desacelerações e acelerações exigindo com isso, uma maior solicitação de massa muscular durante o exercício e conseqüentemente maior VO_2 (ZOUHAL *et al.*, 2013).

A cada mudança de sentido, durante as desacelerações e acelerações no AR, há uma eficiência global músculo-tendão consideravelmente menor do que sobre uma superfície compacta, (LOCKIE *et al.*, 2012). Esta perda de eficiência eleva a velocidade de execução real (para compensar os o tempo perdido enquanto muda de sentido) e juntamente com a falta de conformidade do pé sobre o AR durante o exercício, atrasa a velocidade de movimento ao realizar atividades dinâmicas no AR (GIATSIIS *et al.*, 2004).

Além do controle do VO_2 , a resposta das [la] sanguínea é apontada como um dos fatores fisiológicos importantes a ser controlada no TIAI (BILLAT, 2001). No terreno de GN, foram encontradas diferenças estatísticas significantes nas [la] entre a 1º repetição em comparação a 2º ($p < 0,001$) e 3º repetição ($p < 0,001$). Estes achados, no entanto, não são corroborados por Cetolin *et al.* (2013) que investigaram atletas de futebol profissional utilizando o mesmo modelo de treinamento, duração e intensidade das repetições do presente estudo, uma vez que não encontraram diferenças estatísticas significantes nas [la] entre as repetições. Entretanto, os valores médios de VO_{2max} encontrados por Cetolin *et al.* (2013) são bem superiores ($64 \pm 6,4$ ml.kg.min⁻¹), o que pode ter sido preponderante para remoção rápida das [la] durante o intervalo de recuperação das repetições (PHILLIPS *et al.*; 1995; TOMLIN; WENGER, 2001). Já Zouhal *et al.* (2013) utilizando o a grama natural também não encontraram diferenças estatísticas significantes nas [la] em atletas de futebol profissional submetidos a quatro repetições de quatro minutos a 120% do PV encontrado no teste de VAMEVAL, com 15 s de execução por 15 s de recuperação passiva.

No TIAI realizado na AR, nas [la] foram encontradas diferenças estatísticas significantes da 1ª repetição para a 2ª ($p=0,01$) e 3ª repetição ($p<0,001$). Este resultado era esperado, já que em investigações anteriores (BINNIE et al., 2013b; CETOLIN et al., 2010) também observaram elevada contribuição anaeróbia glicolítica durante as repetições, embora os modelos utilizados nestes estudos tenham sido diferentes ao utilizados nesta investigação.

A hipótese que as [la] apresentariam diferenças estatísticas significativas entre GN e AR foi confirmada, já que foram encontradas diferenças estatísticas significantes ($p<0,05$) entre o GN e AR. Cetolin et al. (2010) em uma investigação semelhante ao presente estudo sobre as respostas da [la] em cargas retangulares entre o AR e GN, embora tenham utilizado velocidades submáximas ($V_{80,4}$ do PV obtido pelo teste T-CAR) em um modelo de esforço/recuperação 2:1, no decorrer de três repetições de nove minutos (caráter intermitente e com mudanças de sentido de 180°) encontraram diferenças estatísticas significantes nas [la] entre o terreno de GN e AR ($2,97 \text{ mmol.L}^{-1}$ vs $5,5 \text{ mmol.L}^{-1}$; 52% de diferença). É importante ressaltar que foi utilizado um índice aeróbio submáximo ($V_{80,4}$ do PV obtido pelo teste T-CAR), diferentemente do presente estudo que utilizou um índice aeróbio máximo (PV) e a diferença média das [la] durante as repetições foi de 90,27% do AR em relação à GN.

As elevadas [la] juntamente com a elevada magnitude do efeito encontrada ($ES>2$; grande) entre o AR e GN, sustentam que a utilização do TIAI através do PV no AR é um instrumento útil para aperfeiçoar o desempenho anaeróbio glicolítico em relação ao terreno de GN, uma vez que a acumulação de H^+ durante o exercício é sugerido como um importante estímulo para a melhoria capacidade tampão do músculo (EDGE et al., 2006). Além disso, o TI que induza a alta produção [la] também irá estimular a sua remoção nos intervalos de recuperação (BILLAT, 2001). Já havia sido relatado que a acumulação de [la] é geralmente 2-3 vezes superior no AR, devido ao recrutamento de musculatura adicional para auxiliar na estabilização durante o apoio fase da marcha (PINNINGTON et al., 2005; PINNINGTON; DAWSON, 2001). Os valores médios encontrados na 2ª e 3ª repetições no AR (tabela 4) estão próximos as [la] ao final de avaliações de *sprints* repetidos com atletas de esportes coletivos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; DAL PUPO et al., 2013). Tal fato, é interesse para treinadores e preparadores físicos de equipes de esporte coletivos que necessitem programar treinamentos com altas [la] e que tenham como objetivo a

adaptação da capacidade do organismo de tamponar os íons H^+ (BINNIE et al., 2013b).

Embora seja uma técnica invasiva e que necessite de pessoas especializadas, a mensuração das [la], e o controle da contribuição anaeróbia durante as sessões de TI pode ser um importante fator a ser considerado (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Buchheit e Laursen (2013a) sugeriram classificar os valores de [la] após TIAI como: leve (3 mmol.L^{-1}); moderada (6 mmol.L^{-1}); alta (10 mmol.L^{-1}) e por fim muito elevada (14 mmol.L^{-1}). Na presente investigação, o TIAI no terreno de GN situa-se de moderada a alta e no AR de alta a muito elevada. Um aspecto interessante em relação ao controle das [la] do TI foi apresentado no trabalho de Buchheit et al. (2012) que verificaram que os atletas que apresentavam juntamente respostas de VO_2 e [la] inferiores nas primeiras repetições conseguiam suportar um número superior de repetições sugerindo que estes dois fatores podem ser limitantes da tolerância a exercícios de alta intensidade.

As [la] superiores encontradas no TI no AR podem ser explicadas pelo aproveitamento inferior na energia elástica (ZAMPARO et al., 1992), que contribui para o aumento da intensidade relativa de esforço e um desgaste cumulativo em atividades de longa duração, apresentando uma maior solicitação metabólica quando comparada com o GN. Outro fator que pode estar envolvido na maior exigência metabólica no AR refere-se a um aumento do tempo de contato do pé com o solo e da redução da eficiência completa do músculo-tendão (LEJEUNE et al., 1998; ZAMPARO et al., 1992; MORGAN; PROSKE, 1997). Essa diminuição da eficiência conduz diretamente a uma redução da força ou energia do tornozelo para mover-se ao longo do eixo vertical do corpo, em comparação à corrida em superfície firme (MURAMATSU et al., 2006). Na corrida em superfícies firmes, a energia elástica parece ser reutilizada nos músculos extensores da perna para aumentar a eficiência do movimento, tendo em contraponto que na corrida, em AR, os movimentos sofrem perda de energia, principalmente, na extensão da articulação talocrural, encontrada na diferença de força aplicada (MURAMATSU et al., 2006).

Sobre o %FCmax durante as repetições foram encontradas diferenças estatísticas significantes entre as repetições no terreno de GN, da 1ª para a 3ª repetição. A média encontrada entre as repetições foi de $90,3 \pm 3,6\%$, valor este inferior ao encontrado por Cetolin et al. (2013) e Fernandes da Silva (2013) que encontraram em modelo de exercício e duração esforço-pausa semelhante ao presente estudo, valores médios de $92,3 \pm 3,5$ e $92,2 \pm 2,5$ do %FCmax, respectivamente. No AR, de forma

similar ao GN, foram encontradas diferenças significantes entre a 1º e 3º repetição, contudo a média foi de $93,8 \pm 3,3$ %FCmax. Resultados semelhantes foram demonstrados por Binnie et al. (2013b) ao investigar um modelo de TI nestes dois terrenos, embora tenham encontrado diferenças estatísticas significantes da 1º repetição para 2º e 3º repetição, tanto no AR e GN. Os valores médios encontrados nas três repetições da GN e do AR são consoantes com a literatura, uma vez que, algumas investigações tem utilizado a intensidade de 90-95 %FCmax no TIAI no futebol (HELGERUD et al., 2001; HOFF et al., 2002). A investigação pioneira foi desenvolvida por Helgerud et al. (2001), ao qual submetem atletas juniores de futebol de quatro repetições de quatro minutos a 90-95% da FCmax, intercaladas por três minutos de recuperação ativa a 50-60% da FCmax, durante oito semanas (duas vezes por semana), encontrando resultados positivos no aumento do VO_2 max, da distância total percorrida, no número de *sprints* e envolvimento com a bola durante a partida. A partir destes resultados inúmeros trabalhos foram desenvolvidos utilizando esta intensidade (90-95 %FCmax) em treinamento intervalado e envolvendo jogos reduzidos no futebol (IMPELLIZZERI et al., 2006). Diante dos resultados encontrados na presente investigação é possível afirmar que utilização do TI a 100% do PV tanto em AR como em GN pode ser considerado um método viável para prescrever TIAI em jogadores de futebol com o intuito de elevar o condicionamento aeróbio.

A comparação do %FCmax entre o GN e AR foram encontradas diferenças estatísticas significantes ($p < 0,05$) (tabela 4) juntamente com uma elevada magnitude do efeito ($ES > 1,0$; grande). Em outros estudos, também foram encontradas diferenças superiores de FC entre GN e AR (DAVIES; MACKINNON, 2006; PINNINGTON et al., 2005; PINNINGTON; DAWSON, 2001), contudo, as velocidades utilizadas absolutas eram idênticas e o exercício de caráter contínuo, o que dificulta qualquer comparação. Já Binnie et al. (2013b) e Binnie et al. (2013a), corroboraram com nossos achados, em comparação do AR e GN em TIAI composto por velocidades de corrida variáveis, embora a prescrição do TI não tenha ocorrido por meio de um índice fisiológico máximo ou sub-máximo.

Em adição, diferentemente dos estudos supracitados, o modelo utilizado em nossa investigação procurou padronizar a intensidade nos terrenos (GN e AR) através de um índice (PV) encontrado por meio de um teste específico do esporte que faz parte da rotina de uma equipe de futebol, o que torna possível a avaliação, prescrição e controle do treinamento em AR.

Curiosamente, quando expostos a sessões de condicionamento específico do esporte, por meio de jogos reduzidos não são apontadas diferenças do AR para o GN (BINNIE et al., 2013), uma vez que, os atletas podem conscientemente (ou inconscientemente) variar sua carga de trabalho durante todo o treinamento. Comprova-se assim, que quando o objetivo é elevar a FC em magnitudes superiores (>90% FCmax), sugere-se que seja realizado o TIAI por meio do PV do T-CAR no GN ou AR.

Por fim, os valores elevados encontrados durante o TIAI no AR em relação ao terreno de GN são oriundas de respostas agudas. Assim, sugere-se que trabalhos investiguem as respostas crônicas do TIAI no AR, já que estudos têm apontado que o tempo gasto nesta intensidade (>90%FCmax) pode elevar a *performance* aeróbia durante a temporada em jogadores de futebol (CASTAGNA et al., 2013; HELGERUD et al., 2001; HOFF et al., 2002, FERNANDES DA SILVA, 2013).

Na PSE, no GN foram encontradas diferenças significantes da 1º para 2º ($p=0,025$) e 1º para 3º repetição ($p<0,001$). No AR, foram encontradas diferenças significantes da 1º para 3º repetição ($p<0,001$) e 2º para 3º repetição ($p=0,016$). Confirma-se que a PSE, no TIAI com repetições de cinco min e três min de recuperação passiva aumenta com o passar das repetições. A PSE eleva-se concomitantemente com o comportamento das [la], comprovando que a percepção sobre o esforço é dependente da fadiga periférica (ligada a respostas metabólicas). Contudo, estes resultados não são surpreendentes, já que uma série de trabalhos apontaram forte correlação entre a PSE e [la] (GREEN et al., 2006; PERANDINI et al., 2007; COUTTS et al., 2009).

De forma similar as outras variáveis, foram encontradas diferenças estatísticas significantes ($p<0,05$) entre o GN e AR e uma elevada magnitude de efeito (ES: 1,8; grande). Em investigação utilizando TI em GN e AR, Binnie et al. (2013b) também encontraram resultados semelhantes ao presente estudo (ES>0,8), demonstrando que a PSE além de fácil aplicabilidade, pode ser uma ferramenta útil para controle de intensidade da sessão de TIAI, juntamente com outras variáveis fisiológicas associadas.

Contudo, os valores médios da 3º repetição na GN são inferiores aos valores médios da 1º repetição em AR e os valores de PSE nas últimas repetições do TIAI no AR podem chegar a valores máximos (9-10). Com o objetivo de classificar a intensidade da sessão de treinamento por meio da PSE, Foster et al. (2001) propuseram a classificação em: PSE<3 = fácil; PSE entre 3-5 = moderada e PSE>5 = difícil. No presente estudo no TIAI em GN, somente na 3º repetição a

PSE foi superior ou igual a 6, e a média da sessão foi considerada moderada ($PSE= 4,9\pm 1,5$), diferentemente do AR que em todas as repetições do TIAI os valores foram superiores a 6 juntamente com uma média da sessão de $8,0\pm 1,4$, o que demonstra que a sessão no AR, por meio da PSE foi considerada difícil.

Por fim, uma limitação do estudo foi o reduzido número de participantes da pesquisa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Considerando os objetivos do estudo, foram elaboradas as seguintes conclusões:

- 1) O terreno interfere no PV obtida no teste T-CAR.
- 2) Nos dois terrenos, o TIAI apresenta diferenças ao longo das repetições no %FCmax, [la] e PSE.
- 3) O TIAI realizado na areia apresenta valores superiores à grama natural nas variáveis fisiológicas (%VO₂max, %FCmax, [la] e PSE).

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

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

ÁLVAREZ, J. C. B.; ÁLVAREZ, V. B. Relación entre el consumo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. **Revista de Entrenamiento**, v.17, n.2, p.13-24, 2003.

ANDERSSON, H; EKBLÖM, B; KRÜSTRUP, P. Elite football on artificial turf versus natural grass: Movement patterns, technical standards, and player impressions. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, 113 -122, 2008.

ASSADI, H.; LEPERS, R. Comparison of the 45-second/15-second intermittent running field test and the continuous treadmill test. **International Journal Of Sports Physiology and Performance**, v. 7, n. 3, p. 277–84, 2012.

AZIZ, A. R.; FRANKIE, H. Y.; KONG, C. T. A pilot study comparing two field tests with the treadmill run test in soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.4, pag.105-112, 2005.

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

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

BANGSBO, J.; LINDQVIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, p.125 – 132, 1992.

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

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.

BELFRY, G.R.; PATERSON, D.H.; MURIAS, J.M. The effects of short recovery duration on VO₂ and muscle deoxygenation during intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112(5):1907–15, 2012.

BILLAT, V.L, FLECHET B, PETIT B, MURIAUX G, KORALSZTEIN JP. Interval training at VO₂ max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine Science Sports Exercise**, 31(1):156-63, 1999.

BILLAT, V.L.; SLAWINKSI, J; BOCQUET, V; CHASSAING, P; DEMARLE, A; KORALSZTEIN, J.P. Very Short (15s±15s) Interval-Training Around the Critical Velocity Allows Middle-Aged Runners to Maintain VO₂max for 14 minutes. **International Journal of Sports Medicine**; v. 22, p.201-208, 2001.

BILLAT, V. KORALSZTEIN, J.P. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, v. 22, n. 2, p.90-108, 1996.

BINNIE, M. J. et al. Effect of training surface on acute physiological responses after interval training. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, v. 27, n. 4, p. 1047–56, 2013b.

BINNIE, M. J. et al. Sand training : a review of current research and practical applications. **Journal of Sports Sciences**, p. 37–41, 2013a.

BINNIE, M.J.; PEELING, P.; PINNINGTON, H.; DAWSON, B. Part 2: Effect of training surface on acute physiological responses following sport-specific training. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 27(4), p. 1057-66, 2013c.

BISCIOTTI, G.N. L'incidenza fisiologica dei parametri di durata, intensità e recupero nell'ambito dell'allenamento intermittente. **Sienzadi Sport**: 90-6, 2004.

BRADLEY, PS, DI MASCIIO, M, PEART, D, WOOSTER, B, OLSEN, P SHELDON, B. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. **Journal Strength Conditioning Research**, 23(x): 000–000, 2009.

BUCHHEIT, M. The 30-15 Intermittent fitness test: Accuracy For Individualizing Interval training Of Young Intermittent Sport Players. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 22(2), p. 365-373, 2008.

BUCHHEIT, M.; HADER, K.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Tolerance to high-intensity intermittent running exercise: do oxygen uptake kinetics really matter? **Frontiers in physiology**, v. 3, n. October, p. 406, 2012.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313–38, 2013a.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 927–54, 2013b.

CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B. S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 11(1): 94-102, 2009.

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. **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. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano). Centro de 96. Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CARMINATTI, L.J.; POSSAMAI, C.A.P. ;MORAES, M.;DA SILVA, JF, DE LUCAS, RC, DITTRICH, N; GUGLIELMO, LGA Intermittent versus Continuous Incremental Field Tests: Are Maximal Variables Interchangeable? **Journal of Sports Science and Medicine**, v.12, p.165-170, 2013.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M. CHAUACHI, A; MANZI, V. Pre-Season Variations in Aerobic Fitness and Performance in Elite

Standard Soccer Players: a Team-Study. **Journal Strength Conditioning Research**, 2013.

CETOLIN, T.; FOZA, V.; CARMINATTI, L.J.; GUGLIELMO, L.G. A.; DA SILVA, J. Comportamento das variáveis fisiológicas durante exercício intermitente no pico de velocidade obtido no teste TCAR em atletas profissionais de futebol de campo, **Revista Mineira de Educação Física**, Supl, 2013.

CETOLIN, T.; FOZA, V.; CARMINATTI, L.J.; GUGLIELMO, L.G. A.; DA SILVA, J. F. Diferença entre intensidade do exercício prescrita por meio do teste TCAR no solo arenoso e na grama. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, 12(1): 29-35, 2010.

COELHO, D.B.; COELHO, LG; MORTIMER, L.A.F.; HUDSON, A.L.R.; MARINS, J.C.B; SOARE, D.D; SILAMI GARCIA, E. Energy demand and heart rate evaluation at different phases during a match along an official soccer competition. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.14, p. 419-427, 2012.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COUTTS, A. J. et al. Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. **Journal of Science and Medicine In Sport**, v. 12, n. 1, p. 79–84, 2009.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; CARMINATTI, L.J.; SANTOS, S. Physiological and neuromuscular responses in the shuttle and straight line-repeated *sprint* running. **Apunts Medicina de l'Esport**, v. 48, n. 178, p. 43–48, 2013.

DAVIES, S. E. H.; MACKINNON, S. N. The energetics of walking on sand and grass at various speeds. **Ergonomics**, v. 49, n. 7, p. 651–60, 10, 2006.

DE LUCAS, R.D.; DENADAI, B.S.; GRECO, C.C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, v.15, p.810-820, 2009.

DELLAL, A.; JANNAULT, R.; LOPEZ-SEGOVIA, M.; PIALOUX, V. Influence of the Numbers of Players in the Heart Rate Responses of Youth Soccer Players Within 2 vs. 2, 3 vs. 3 and 4 vs. 4 Small-sided Games. **Journal of Human Kinetics**, v. 28, n. June, p. 107–14, 2011.

DELLAL, A, VARLIETTE, C, OWEN, A, CHIRICO, E, and 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 Strength Conditioning Research**, v. 26(10), p. 2712-20, 2012.

DELLAL, A; DA SILVA, C, HILL-HAAS, S, WONG, DP, NATALI, AJ, DE LIMA, JRP, FILHO, MGB, MARINS, JCB, GARCIA, ES; CHAMARI, K. Heart rate monitoring in soccer: Interest and limits during competitive match play and training—Practical application. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 26(10):2890–906, 2012.

DEMARIE; S.; QUARESIMA, V.; SARDELLA, F.; BILLAT, V.; FAINA M. VO₂ slow component correlates with vastus lateralis deoxygenation and blood lactate accumulation during running. **Journal of Sports Medicine Physical Fitness**, v.41(4), p.448-55; 2001.

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, 2004.

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

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

DI MASCIO, M.; BRADLEY, P.S. Evaluation of the most intense high-intensity running period in English FA premier league soccer matches. **Journal Strength Conditioning Research**, v. 27(4), p.909-15, 2013.

Di MICHELE, R.; DI RENZO, A.M.; AMMAZZALORSO, S.; MERNI, F. Comparison of physiological responses to an incremental running test on treadmill, natural grass, and synthetic turf in young soccer players. **Journal Strength Conditioning Research**; 23(3): 939-945, 2009.

DI SALVO, V., BARON, R. H;; PIGOZZI, F.; BACH, N. Sprinting analysis of elite soccer players during European Champions League and UEFA Cup matches. **Journal of Sports Sciences**, v. 28:14, p.1489-1494, 2010.

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

DITTRICH, N.; DA SILVA, J.F.; CASTAGNA, C, DE LUCAS, R.C.; GUGLIELMO, L.G.A. Validity of Carminatti's test to determine physiological indices of aerobic power and capacity in soccer and futsal players. **Journal Strength Conditioning Research**; 25(11): 3099–3106, 2011.

DUFFIELD, R; DAWSON, B; PINNINGTON, HC; WONG, P. Accuracy and reliability of a Cosmed K4b² portable gas analysis system. **Journal of Science and Medicine in Sport**; v.7,1 , 11-22, 2004.

DUPONT G, DEFONTAINE M, BOSQUET L, BLONDEL N, MOALLA W, BERTHOIN S. Yo-Yo intermittent recovery test versus the Université de Montréal Track Test: relation with a high-intensity intermittent exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 13(1):146-50, 2010.

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

FAUDE, O. et al. High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 13, p. 1441–50, jan. 2013.

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 field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, 1–8, 2011.

FERNANDES DA SILVA, J. **Validade do teste de carminatti (T-Car) para predição da *performance* e determinação dos efeitos do treinamento em jogadores de futebol**. Tese de Doutorado, Programa de pós-graduação em Educação Física (UFSC). Florianópolis, SC, 2013.

FLORIANO, L.T. **Avaliação Aeróbia em jogadores de futsal: Determinação e comparação do VO₂máx em protocolo de campo (T-CAR) e LA**. Dissertação de mestrado, programa de pós-graduação em Educação Física (UFSC). Florianópolis, SC, 2012.

FORNAZIERO, A. M.; LEITE, R. D.; DE AZEVEDO, P. H.S.M., DOURADO, A.C. DAROS, L.B.; OSIECKI, R.; STANGANELLI, L.C.R. Análise comparativa do desempenho de futebolistas entre dois testes de potência aeróbia: esteira e Yo-Yo intermitente endurance nível 2. **Revista Andaluza de Medicina Del Deporte**, v.2, n.3 p.82-86, 2009.

FOSTER, C. et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 15, no. 1, p. 109-115, 2001

GIATSI, G.; KOLLIAS, I.; PANOUTSAKOPOULOS, V.; PAPAIKAKOVOU, G. Biomechanical differences in elite beach-volleyball players in vertical squat jump on rigid and sand surface. **Sports Biomechanical** 3: 145–158, 2004.

GREEN, J. M. et al. RPE association with lactate and heart rate during high-intensity interval training cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 38, no. 1, p. 167-172, 2006.

HAWLEY, J.A, MYBURGH, K.H.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. *Journal Sports Science*,15: 325–333, 1997.

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. 1925–31, 2001.

HOFF, J.; WISLØFF, U.; ENGEN, L.C.; KEMI, O.J.; HELGERUD, J.. Soccer specific aerobic endurance training. **British Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 3, p. 218–21, 2002.

IMPELLIZZERI FM., CASTAGNA C., RAMPININI E., MARTINO F., FIORINI S., WISLOFF U. Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle soreness, jumping and sprinting ability in soccer players. **British Journal Sports Medicine**, 42: 42-46, 2008.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. **International Journal Of Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p. 483–92. 2006.

JACKSON, AS; POLLOCK, ML. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal Nutrition**; 40:497–504, 1978.

- JONES A. M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of anaerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 29, n.6, p. 373-86, 2000.
- KARVONEN, M.J., KENTAL, E., MUSTALA, O. The effects of on heart rate a longitudinal study. **Annales Medicinæ Experimentales**, v. 35, p. 307-315, 1957.
- KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; NYBO, L.; JENSEN, J. M.; NIELSEN, J.J.; BANGSBO, J. The yo-yo IR2 test: physiological response. Reliability and application to elite soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, n.9, p.1666-1673, 2006.
- KUIPERS, H. VERSTAPPEN, F. T. J. KEIZER, H. A. GEURTEN, P. VANKRANENBURG, G. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiological correlates. **International Journal of Sports Medicine**. v. 6, n. 4, p.197-201, 1985.
- 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.
- LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**: 20 (Suppl. 2): 1–10, 2010
- LÉGER, L.A.; 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.
- LEJEUNE, T. M.; WILLEMS, P. A; HEGLUND, N. C. Mechanics and energetics of human locomotion on sand. **The Journal of Experimental Biology**, v. 201, n. Pt 13, p. 2071–80, 1998.
- LOCKIE, R. G.; VICKERY, W. M.; JANSE DE JONGE, X. A K. Kinematics of the typical beach flags start for young adult sprinters. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 11, n. 3, p. 444–51, 2012.
- McLAUGHLIN, J.E; KING, G.A; BASSETT, D.R; AINSWORTH, B. E. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. **International Journal of Sports Medicine** May; 22(4):280-4, 2001.
- METAXAS, T.L, N.A. KOUTLIANOS, E.J. KOUIDI, AND A.P. DELIGIANNIS. Comparative study of field and laboratory tests for the Evaluation of aerobic capacity in soccer players. **Journal of Strength**

Conditional Research, n.1, v.19, p. 79-94, 2005.

MIDGLEY AW, MCNAUGHTON LR. Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running: a review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, 46:1–14; 2006.

MIDGLEY, A.W.; MCNAUGHTON, L.R.; CARROLL, S. Reproducibility of time at or near VO₂max during intermittent treadmill running. **International Journal of Sports Medicine**, 28:40, 2007.

MOHR, M; KRUSTRUP, P; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences**, 21, 439 – 449, 2003.

MOREIRA, G.M.D. **A influência de um gramado molhado sobre o desempenho em um teste progressivo para jogadores de futebol**. [Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Educação Física]. Caxias do Sul (RS): Universidade de Caxias do Sul, 2001.

MORGAN, D.L.; PROSKE U. Factors contributing to energy storage during the stretch- shortening cycle. **Journal of Applied Biomechanics**, 13(4): 464-466, 1997.

MURAMATSU, S. et al. Energy Expenditure in Maximal Jumps on Sand. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 25, n. 1, p. 59–61, 2006.

PERANDINI, L. A.B. et al. Comparação entre limiar do esforço percebido e indicadores de máximo estado estável do lactato em exercícios intermitentes. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 351-357, 2007.

PETROSKI, E. L. **Antropometria-Técnicas e padronizações**. 5ª. ed. Jundiaí, SP. Brasil: Editora Fontoura, v. 2000. 208, 2011.

PHILLIPS, S. M.; GREEN, H. J.; TARNOPOLSKY, M. A.; GRANT, S. M. Increased clearance of lactate after short-term training in men. **Journal of Applied Physiology**, v.79, n.6, p.1862-1869, 1995.

PINNINGTON, H.; DAWSON, B. Running economy of elite surf iron men and male runners, on soft dry beach sand and grass. **European Journal of Applied Physiology**; 86(1):62-70, 2001.

- PINNINGTON, H.C.; LLOYD, D.G.; BESIER, T.F.; DAWSON, B. Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with soft, dry sand. **European Journal of Applied Physiology**; 94(3), 242-253, 2005.
- RAMPININI, E.; COUTTS, A. J.. CASTAGNA, C.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Variation in Top Level Soccer Match Performance. **International Journal of Sports Medicine**; 28: 1018–1024, 2007.
- RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J.E.; MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v.40, n.2, p.162-169, 2000.
- SANNICANDRO, I.; COLELLA, D.; ANNA ROSA, R.; MORANO M. Motion skills on soft sand and conventional surface in beach soccer (Abstract). **Journal Sport Science Medicine**, 6(sup 10), p.169, 2007.
- SANTOS, SG. (org.). **Métodos e Técnicas de Pesquisa Quantitativa aplicada a Educação Física**. Florianópolis: Editora Tribo da Ilha, 2011.
- SASSI, A.; STEFANESCU, A.; MENASPA, P.; BOSIO, A.; RIGGIO, M.; RAMPININI, E. The cost of running on natural grass and artificial turf surfaces. **Journal Strength Conditioning Research**; 24(1), 2011.
- 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.
- SIRI, W .E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. In J. Brozcek & A. Henschel (Eds.). **Techniques for measuring body composition** Washington, DC: National Academy of Science, p. 233-244, 1961.
- STOLEN, T., CHAMARI, K., CASTAGNA, C., & WISLOFF, U. Physiology of Soccer: An Update. **Sports Medicine**; 35(6), 501-536, 2005.
- TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**; v.31, p.1–11, 2001.
- TØNNESSEN, E.; , HEM, E.; LEIRSTEIN, S.; HAUGEN, T.; SEILER, S. VO2 max Characteristics of Male Professional Soccer Players 1989-2012. **International Journal of Sports Medicine**, 2013.

ZAMPARO P, PERINI R, ORIZIO C, SACHER M, FERRETTI G. The energy cost of walking or running on sand. **European Journal of Applied Physiology**; 65(2):183-187, 1992.

ZOUHAL, H.; LEMOAL, E.; WONG, D.;CASTAGNA, C.; DULUC, C. OWEN, A.; DRUST, B. Physiological Responses of General vs. Specific Aerobic Endurance Exercises in Soccer. **Asian Journal of Sports Medicine**, v. 4, n. 3, 2013.