

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CENTRO DE DESPORTOS - CDS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - DEF

ANDERSON SANTIAGO TEIXEIRA

**REPRODUTIBILIDADE E INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA NO
DESEMPENHO DO TESTE T-CAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DE 10 A
13 ANOS**

FLORIANÓPOLIS, SC
2012

ANDERSON SANTIAGO TEIXEIRA

**REPRODUTIBILIDADE E INFLUÊNCIA DA MATURACÃO BIOLÓGICA NO
DESEMPENHO DO TESTE T-CAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DE 10 A
13 ANOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física. Departamento de Educação Física, Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina.

**FLORIANÓPOLIS, SC
2012**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC
CENTRO DE DESPORTOS - CDS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA - DEF

**REPRODUTIBILIDADE E INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA NO
DESEMPENHO DO TESTE T-CAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DE 10 A
13 ANOS**

ELABORADO POR:
ANDERSON SANTIAGO TEIXEIRA

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo - UFSC
Orientador

Prof. Me. Juliano Fernandes da Silva – UFSC
Co-orientador

Prof. Me. Lorival José Carminatti - UDESC
Membro

Prof. Me. Ricardo Dantas de Lucas - UFSC
Membro

FLORIANÓPOLIS, SC
2012

DEDICATÓRIA

“Pouca coisa é necessária para transformar inteiramente uma vida: amor no coração e sorriso nos lábios”. (Martin Luther King)

AGRADECIMENTOS

Chegou a hora dos agradecimentos! Neste momento, as pessoas ficam pensando em todas as histórias de sua vida para de alguma forma homenagear e agradecer as pessoas que contribuíram na sua formação pessoal.

Com certeza, as primeiras pessoas ao qual serei eternamente grato e demonstrarei os maiores gestos de amor, carinho, alegria, companheirismo e ternura serão aos meus pais, dona Maria Aparecida Santiago (Cida) e o seu Rogério José Teixeira. Estas duas celebridades na minha vida fizeram de tudo para que eu pudesse me tornar um grande cidadão, conhecendo seus direitos e deveres, bem como procurando sempre o caminho da honestidade. A cada dia eles vêm me mostrando de alguma maneira quais lições devemos tirar da vida e aplicá-las em nosso cotidiano. Chego à conclusão que meus pais me deixam a lição que vale muito a pena viver puramente e amar incondicionalmente nossa família e amigos. Desta forma, o meu muito obrigado a todos os meus familiares e grandes amigos que construí ao longo destes 21 anos de vida, por estarem sempre apoiando, respeitando e aconselhando em minhas decisões. Aí vai um salve para o meu irmão e amigo, André Gustavo Mina, estaremos sempre juntos, saiba disso.

Gostaria também de agradecer a todos os amigos da graduação que fizeram parte da minha vida nestes quatro anos e meio de faculdade, pelos muitos momentos divertidos fora ou dentro da sala de aula, pela amizade, pelos ensinamentos, pelos amadurecimentos pessoais. Encerro esse ciclo acadêmico com a plena certeza que fiz amigos sinceros e que estarão sempre acompanhando as minhas conquistas e “derrotas” ao longo da vida. Valeu muito a pena, certo, senhor Vinicius Aguiar (Riba), William das Neves Salles, Christiano Andrada, Karyne Garcia, Tânia Pinho, Rodrigo Prado, Felipe Goedert, e todos outros amigos da turma 08.1/bacharelado.

Também não posso esquecer de parabenizar todos os meus professores por suas reais contribuições na minha formação profissional e pessoal. Tenho certeza que de alguma forma, cada um contribuiu como pôde para a formação de profissionais de Educação Física certamente mais competentes. Em

especial, tenho que agradecer muito as minhas professoras e amigas Rosane Carla Rosendo da Silva e Aline Rodrigues Barbosa, bem como ao meu orientador, amigo e professor Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo. Foram com vocês que passei boa parte da graduação trocando figurinhas e discutindo diferentes temas em torno da nossa área. Eu sou muito grato pela paciência, compreensão, generosidade e genialidade de vocês para comigo.

Quero agradecer também a professora do departamento de Medicina da UFSC, Mônica Chang Wayhs, por acreditar no meu trabalho e ajudar efetivamente nas avaliações realizadas para este projeto, bem como ao hospital universitário (HU) por todos os recursos disponibilizados para as coletas dos dados.

Por último, mas não menos importante quero deixar aqui o meu carinho e admiração por todos os MEMBROS do LAEF e do GEMA. Dentro destes dois grupos de pesquisa/estudo são diferentes histórias de vida que acabam servindo de exemplo para todas as pessoas que passarão por estes locais. Nesta caminhada, quero deixar um salve em especial inicialmente a Talita e ao Khristopher por acreditarem em mim durante a minha entrevista realizada no processo de seleção do LAEF. Da mesma forma, destaco a ajuda e ensinamentos dos amigos Juliano F. da Silva, Carminatti, Ricardo Dantas, Fran, Naia e PC nesta fase final de curso, possibilitando realizar algumas vivências acadêmicas, das quais jamais pensei experimentar quando ingressei no curso de Educação Física.

A todos, o meu simples e singelo, OBRIGADO! Com carinho,
ANDERSON.

RESUMO

REPRODUTIBILIDADE E INFLUÊNCIA DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA NO DESEMPENHO DO TESTE T-CAR EM JOGADORES DE FUTEBOL DE 10 A 13 ANOS

Autor: Anderson Santiago Teixeira

Orientador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

A potência aeróbia máxima é considerada uma variável importante para o desempenho competitivo de jogadores de futebol. A escolha e seleção de testes válidos e fidedignos são recomendados para uma boa avaliação da potência aeróbia máxima. O teste T-CAR foi recentemente validado para predição da potência aeróbia máxima e o PV apresentou alta reprodutibilidade em jogadores adultos jovens (sub-20). No entanto, na faixa etária de 10-13 anos ainda não foi investigada a reprodutibilidade, e sabe-se que o estado maturacional pode influenciar diretamente o desempenho em testes físicos, como o T-CAR. Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a reprodutibilidade do PV e FCmax determinado no T-CAR e a influência da maturação biológica sobre a performance de jogadores de futebol de 10 a 13 anos durante a realização do T-CAR. Participaram do estudo 37 adolescentes jogadores de futebol (12,5±1,1 anos, 43,4±11,1 kg, 152,2±10,8 cm, 16,68±4,60 % de gordura). Inicialmente os atletas realizaram o teste T-CAR para determinação do pico de velocidade (PV) e frequência cardíaca máxima (FCmax). O T-CAR possui multi-estágios de 12s de corrida de ida e volta com pausas de 6s, velocidade inicial de 9,0 km.h⁻¹ (incrementos de 0,6 km.h⁻¹ a cada 90 segundos). Posteriormente, em outro dia, os atletas realizaram as avaliações de maturação sexual e esquelética no hospital para determinação dos estágios de Tanner e idade esquelética, respectivamente. Foi empregada a análise descritiva (média e desvio-padrão), seguido do teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância ANOVA *oneway* foi utilizada para comparar a diferença entre os valores de PV e as variáveis referentes à antropometria e maturação biológica dos atletas classificados nos diferentes estágios maturacionais esqueléticos, seguido do teste *post-hoc* de *Tukey*. Para verificar a reprodutibilidade do PV e FCmax foram utilizados o coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro típico de medida (ETM), coeficiente de variação do ETM (ETM_{CV}). O PV obtido no T-CAR não apresentou diferenças significativas entre os grupos maturacionais (14,4±0,7 vs. 14,7±1,1 vs. 14,3±0,9 km.h⁻¹, para o grupo atrasado, normal e adiantado, respectivamente). Além disso, não houve diferença significativa para os valores de PV (14,2±1,0 vs. 14,4±1,1 km.h⁻¹; p>0,05) e FCmax (201±9 vs. 203±10 bpm; p>0,05) entre a situação de teste e reteste, assim como encontrou-se correlações alta e muito alta para os valores de FCmax (r=0.67) e PV (r=0.85) obtidos no T-CAR, respectivamente. Esses resultados destacam que o teste de campo T-CAR é reprodutível para avaliação da aptidão aeróbia de atletas de futebol no início da adolescência (10 a 13 anos) e que a performance no T-CAR não é influenciada pela maturação biológica, apresentando desta forma, implicações relevantes para detecção de jovens atletas talentosos.

Palavras chave: reprodutibilidade, jovens jogadores de futebol, maturação

ABSTRACT

REPRODUCIBILITY AND INFLUENCE OF THE BIOLOGICAL MATURATION ON THE PERFORMANCE OF T-CAR TEST IN SOCCER PLAYERS FROM 10 TO 13 YEARS OLD

Author: Anderson Santiago Teixeira

Supervisor: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

The maximal aerobic power is considered an important variable to the competitive performance of soccer players. The choice and selection of valid and reliable tests are recommended to a good evaluation of the maximal aerobic power. The T-CAR test was recently validated to predict the maximal aerobic power and the PV showed high reproducibility in young adult players (U-20). However, at the age range of 10-13 years old the reliability had not yet been investigated and it is known that the maturational status can directly influence the performance in physical tests, as the T-CAR. Therefore, the objective of this study was to verify the reliability of the T-CAR test and the interference of biological maturation on the 10 to 13 years old soccer athletes' performance while performing the T-CAR test. 37 adolescent soccer players took part of the study ($12,5 \pm 1,1$ years old, $43,4 \pm 11,1$ kg, $152,2 \pm 10,8$ cm, $16,68 \pm 4,60$ % of fat). Initially the athletes performed the T-CAR test to determine the peak velocity (PV) and the maximum heart rate (HRmax). The T-CAR has multi-stages of 12 second runs interpolated by 6 seconds of walk, initial speed of 9.0 km.h^{-1} (increments of 0.6 km.h^{-1} every 90 seconds) and speed determined by beeps. Afterwards, in another day, the athletes underwent sexual maturation and skeletal evaluations in the hospital to determine the Tanner stages and skeletal age, respectively. The descriptive analyses was used (mean and standard deviation), followed by the *Shapiro-Wilk* test to verify the normality of the data. The variance analyses ANOVA *oneway* was used to compare the difference between the PV values and the variables of anthropometry and biological maturation of athletes classified on the different skeletal maturation stages, followed by the *Tukey post-hoc* test. To verify the reliability of the PV and HRmax the intraclass coefficient correlation (ICC), typical error measure (TEM), TEM variation coefficient (TME_{VC}) was used. The PV obtained on the T-CAR didn't show significant differences between the maturational groups ($14,4 \pm 0,7$ vs. $14,7 \pm 1,1$ vs. $14,3 \pm 0,9 \text{ km.h}^{-1}$, to the delayed, normal and early group, respectively). Besides, there weren't any significant differences to the PV ($14,2 \pm 1,0$ vs. $14,4 \pm 1,1 \text{ km.h}^{-1}$; $p > 0,05$) and HRmax values (201 ± 9 vs. $203 \pm 10 \text{ bpm}$; $p > 0,05$) between the test and retest situation, just as were found high and very high correlations to the HRmax ($r = 0.67$) and PV values ($r = 0.85$) obtained on the T-CAR, respectively. These results show that the T-CAR field test is reproducible to evaluate the aerobic fitness of soccer athletes in the early adolescence (10 to 13 years old) and that the performance on the T-CAR is not influenced by the biological maturation, presenting relevant implications to detect talented young athletes.

Keywords: reproducibility, young soccer players, maturation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Massa corporal dos jovens brasileiros jogadores de futebol plotados sobre a curva de crescimento baseada nas referências percentílicas para meninos americanos (CDC, 2000). Os dois pontos vermelhos representam a média da massa corporal para os grupos sub-12 e sub-14. 33
- Figura 2. Estatura dos jovens brasileiros jogadores de futebol plotados sobre a curva de crescimento baseada nas referências percentílicas para meninos americanos (CDC, 2000). Os dois pontos vermelhos representam a média da estatura para os grupos Sub-12 e Sub-14. 33
- Figura 3. Comparação dos valores de pico de velocidade (PV) entre os grupos maturacionais esqueléticos. 36
- Figura 4. Relação entre o PV atingido no T-CAR durante o teste e reteste. 37
- Figura 5. Relação entre a FCmax alcançada no T-CAR durante o teste e reteste. 38

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a idade e características antropométricas de jovens brasileiros jogadores de futebol por categoria etária (sub-12 e sub-14) e amostra total..... 32
- Tabela 2. Distribuição de jovens jogadores de futebol por meio da classificação maturacional esquelética e distribuição dos estágios de desenvolvimento dos pelos pubianos de acordo com a maturação esquelética por grupos etários (sub-12 e sub-14) e amostra total. 34
- Tabela 3. Comparação da idade cronológica (IC), idade esquelética (IE), diferença maturacional (IE-IC) e volume testicular entre os grupos maturacionais. 35
- Tabela 4. Comparação das variáveis antropométricas entre os grupos maturacionais. 35
- Tabela 5. Estatística descritiva (média e desvio padrão) das variáveis fisiológicas obtidas a partir do T-CAR para a amostra total e categorias etárias (sub-12 e sub-12) de jovens brasileiros jogadores de futebol. 37

LISTA DE ABREVIATURAS

CrP: creatina fosfato

CCI: coeficiente de correlação intraclasse

CSR: capacidade de sprints repetidos

CV: coeficiente de variação

DTP: distância total percorrida

EC: economia de corrida

EPE: erro padrão de estimativa

ETM: erro típico de medida

ETM_{CV}: coeficiente de variação do ETM

FC: frequência cardíaca

FC_{max}: frequência cardíaca máxima

95% IC: 95% do intervalo de confiança

IMC: índice de massa corporal (IMC)

LAn: limiar anaeróbio

LV₂: segundo limiar ventilatório

20-MSRT: 20-m multistage run test

PDFC: Ponto de deflexão da frequência cardíaca

PV: pico de velocidade

PVE: pico de velocidade em estatura

T-CAR: teste de campo de corrida intermitente com distâncias progressivas

TM: tempo médio

Va_{max}: máxima velocidade aeróbia

VE/VO₂: equivalente respiratório de oxigênio

VE/VCO₂: equivalente respiratório de gás carbônico

VO₂: consumo de oxigênio

$VO_2\text{max}$: consumo máximo de oxigênio

$vVO_2\text{max}$: velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio

V_{PDFC} : velocidade associada ao ponto de deflexão da frequência cardíaca

$V_{80.4\%}$: velocidade referente a 80.4% do pico de velocidade

V_{LA_n} : velocidade referente ao limiar anaeróbio

VT: volume testicular

YYIET: Yo-Yo Intermitent Endurance Test

YYIRT: Yo-Yo Intermitent Recovery Test

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Situação Problema	1
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo Geral	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
1.3 Justificativa	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 Demanda fisiológica do jogo de futebol em jovens atletas	7
2.2 Avaliação aeróbia de jovens atletas de futebol.....	11
2.3 Testes de campo para avaliação da aptidão aeróbia	17
2.4 Interferências do crescimento e maturação biológica na performance de jovens atletas de futebol	22
3. MÉTODOS	25
3.1 Modelo de estudo	25
3.2 Sujeitos do estudo	25
3.3 Instrumentos de medida	26
3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas	26
3.3.2 Obtenção das variáveis maturacionais.....	26
3.3.3 Obtenção das variáveis fisiológicas a partir do T-CAR	27
3.4 Coleta de dados.....	27
3.4.1 Protocolos Laboratoriais.....	27
3.4.1.1 Avaliação Antropométrica	27
3.4.1.2 Avaliação Maturacional	28
3.4.2 Protocolo de Campo.....	29
3.4.2.1 Teste Incremental Intermitente de Campo (T-CAR).....	29
3.5 Análise estatística.....	31
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSSÃO	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
7. REFERÊNCIAS.....	47
8. ANEXOS	63

1. INTRODUÇÃO

1.1 Situação Problema

O futebol é o esporte mais popular do mundo, sendo praticado por homens e mulheres, bem como por crianças e adultos com diferentes níveis de desempenho e experiência (STOLEN et al. 2005). Além disso, o futebol tem sido utilizado como uma ferramenta para promoção da prática de atividade física, ou meio de iniciação esportiva em crianças e adolescentes.

O desempenho em um jogo de futebol é composto por fatores técnicos, táticos, físicos, fisiológicos e psicológicos (STOLEN et al., 2005). Neste sentido, particularmente no que se referem aos aspectos fisiológicos do futebol, investigações científicas têm sido desenvolvidas baseadas no interesse em compreender não somente as respostas fisiológicas durante as partidas de futebol, mas como também o padrão de movimento executado por crianças e adolescentes (CASTAGNA et al., 2003; STROYER et al., 2004), e atletas profissionais adultos (BANGSBO et al., 1991; DI SALVO et al., 2007).

A partir destas contribuições científicas, foi possível analisar que o futebol é uma modalidade com padrões de atividade característicos por esforços de natureza intermitente, podendo ser realizados em diferentes intensidades de exercício ao longo da partida (REILLY, 1997). Somado a isto, está claro que a corrida é a atividade predominante durante uma partida de futebol, sendo que crianças e adultos percorrem em média a distância total de 6,2km e 12,0km, respectivamente (CASTAGNA et al., 2003; DI SALVO et al., 2007).

Em função da característica da modalidade e duração oficial da partida, verificou-se também que existe uma contribuição predominante (~ 90%) do metabolismo aeróbio para o fornecimento de energia, visando atender o custo energético requerido para sustentar as altas intensidades de exercício impostas pelas situações de jogo (BANGSBO et al., 1994; REILLY et al., 1997). Por sua vez, estas ações de jogo realizadas em alta intensidade, tais como, corridas em alta velocidade, aceleração, mudanças de direção e sprints, estão diretamente relacionadas às situações decisivas do jogo (STROYER et al., 2004) e

representam aproximadamente 8% da distância total percorrida (DTP) em jogo (RAMPININI et al., 2007b) ou 8,1% do tempo total de duração da partida (BANGSBO et al., 1991) em atletas profissionais adultos.

Nessa mesma perspectiva, estudos recentes têm mostrado que jovens atletas de futebol entre 11 e 15 anos de idade realizam entre 9,4% e 15,0% da DTP, em atividades de alta intensidade, comumente representada pelo somatório das ações realizadas em velocidades acima de $13\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (CASTAGNA et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2003). Portanto, a potência aeróbia máxima parece ser um pré-requisito fundamental para o futebol, seja em atletas profissionais ou em jovens atletas, visto que este parâmetro fisiológico está diretamente relacionado com a melhoria da performance física (número de sprints realizados) e técnica (envolvimento com a bola) em jogo e sucesso da equipe na partida (CASTAGNA et al., 2009; DI SALVO et al., 2009; MCMILLAN et al., 2005; HELGERUD et al., 2001). Adicionalmente, sabe-se também da importância de programas de treinamento adequados e estruturados para jovens atletas, uma vez que a intensidade de exercício representa um potencial estímulo para o desenvolvimento da potência aeróbia máxima durante a adolescência (BUCHHEIT et al., 2010; ROHDE e ESPERSEN, 1988).

Sendo assim, diversos autores têm proposto que a potência aeróbia máxima seja um dos parâmetros fisiológicos utilizados na detecção de atletas talentosos, visto que este índice difere significativamente a favor dos jovens atletas classificados como elite quando comparado aos classificados como sub-elite e não-elite da mesma idade cronológica (FIGUEIREDO et al., 2009a; VAEYENS et al., 2006; REILLY et al., 2000). Outros autores reforçam também que durante o processo de seleção de atletas adolescentes é preciso controlar e considerar os potenciais efeitos da variação em torno do crescimento e da maturação biológica sobre a capacidade funcional e habilidades específicas relacionadas ao futebol (MALINA et al., 2005; MALINA et al., 2004).

Diante da importância que a potência aeróbia máxima exerce sobre o desempenho dos atletas durante o jogo, diferentes testes de campo foram propostos e vem sendo utilizados como modelos alternativos para realizar a avaliação da potência aeróbia máxima em jogadores de futebol, tendo em vista as desvantagens encontradas em testes de laboratório. A falta de

especificidade do protocolo, o uso de equipamentos caros, a necessidade de profissionais previamente treinados e o elevado tempo requerido para avaliar cada sujeito estão entre estas desvantagens (DITTRICH et al., 2011; AHLER et al., 2011; CASTAGNA et al., 2010b; KRUSTRUP et al., 2003; WILLIFORD et al., 1999).

Sendo assim, Leger e Lambert (1982) inicialmente propuseram um teste de corrida máxima de natureza contínua (20-MSRT), no sistema vai-e-vem com o objetivo de prever o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Posteriormente, outros estudos verificaram a validade e reprodutibilidade do referido teste para avaliar a potência aeróbia máxima em crianças e adolescentes não atletas (LEGER et al., 1998), bem como em jovens atletas de futebol (WILLIFORD et al., 1999). Tendo em vista as limitações do 20-MSRT para avaliação da aptidão aeróbia em atletas de modalidades intermitentes (futebol, futsal, handebol e basquetebol), visto que a natureza do teste é contínua, Bangsbo (1996) desenvolveu dois testes de campo com características intermitentes, o *Yo-Yo Intermittent Endurance Test* (YYIET) e o *Yo-Yo Intermittent Recovery Test* (YYIRT). O YYIET e o YYIRT foram propostos com o objetivo de avaliar não somente a aptidão aeróbia de atletas de esportes intermitentes, mas também a capacidade destes indivíduos em realizar exercícios de alta intensidade intercalados por curtos períodos de recuperação.

Os testes de campo até então citados, apresentam algumas características similares como as distâncias fixas do percurso (20m), avaliação do nível de aptidão aeróbia do sujeito e critérios semelhantes para determinar a performance no teste (número de estágios completados ou distância percorrida). No entanto, um estudo realizado com adultos (AHMAIDI et al., 1992) e outro com crianças (WILLIFORD et al., 1999) mostram que o pico de velocidade (PV) determinado nestes testes de campo com distância fixa como, por exemplo, o 20-MSRT tendem a subestimar significativamente a máxima velocidade aeróbia ($V_{a_{max}}$) atingida na esteira ergométrica. Acredita-se que esse fato ocorre, principalmente, pela diminuição na economia de movimento nos últimos estágios, devido às constantes mudanças de direções, o que por sua vez, pode acarretar fadiga periférica.

Frente a estas limitações para determinação do PV, Carminatti et al. (2004) propuseram um teste de campo de corrida intermitente com distâncias

progressivas (T-CAR), permitindo assim um maior espaço para acelerar e/ou retomar a velocidade após cada mudança de sentido. O T-CAR possui contribuições e aplicações práticas importantes aos treinadores e preparadores físicos, uma vez que o modelo proposto permite possibilidades reais de avaliação da capacidade e da potência aeróbia máxima (DITTRICH et al., 2011), bem como transferência dos resultados obtidos (PV atingido no T-CAR) para planejamento das sessões de treinamento em diferentes sujeitos simultaneamente. Contudo, evidências de validade e reprodutibilidade do T-CAR têm sido verificadas somente em adultos jovens (18 a 23 anos) jogadores de futebol e futsal (FERNANDES DA SILVA et al., 2011; DITTRICH et al., 2011). Sendo assim, necessita-se primeiramente verificar a reprodutibilidade do PV no teste T-CAR para avaliação da potência aeróbia máxima em adolescentes, bem como as possíveis influências que a maturação biológica pode exercer sobre os índices fisiológicos determinados durante o T-CAR em um grupo de jovens jogadores de futebol.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Verificar a reprodutibilidade e influência da maturação biológica no desempenho do teste T-CAR em jogadores de futebol de 10 a 13 anos

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Determinar o pico de velocidade (PV) e a frequência cardíaca máxima (FCmax) atingida no T-CAR;
2. Verificar a reprodutibilidade dos valores de FCmax e PV determinado no T-CAR em atletas de futebol de 10 a 13 anos.
3. Identificar o estado maturacional (maturação esquelética e sexual) e o padrão de crescimento de atletas de futebol de 10 a 13 anos;
4. Comparar os valores de PV determinado no T-CAR e as variáveis antropométricas entre os grupos maturacionais classificados por meio da maturação esquelética;

1.3 Justificativa

O enfoque sobre o treinamento físico e compreensão tática do jogo em jovens atletas de futebol tem se tornado cada vez mais precoce, principalmente devido ao desejo de treinadores em formar atletas mais preparados fisicamente (STROYER et al., 2004).

Do ponto de vista físico, está evidente a relação direta entre o desempenho em testes de campo que avaliam a aptidão aeróbia e as distâncias percorridas em diferentes zonas de intensidade de exercício durante o jogo (CASTAGNA et al., 2010b). Similarmente, Stroyer et al. (2004) observaram que jovens atletas classificados como elite e não-elite no início da puberdade (12 anos) exercitam-se em diferentes intensidades durante ambos os tempos da partida. Certamente, os jogadores classificados como elite se exercitaram em uma intensidade de exercício ($\%VO_2\text{max}$) maior quando comparado aos jogadores não-elite ($\sim 80\%VO_2\text{max}$ vs. $70\%VO_2\text{max}$, respectivamente). Isso sugere, que jovens atletas quando submetidos regularmente em situações de treinamento físico específicos à modalidade, como jogos reduzidos e sessões intervaladas de alta intensidade, aprimoram sua capacidade de exercício submáxima, bem como índices fisiológicos associados à potência aeróbia máxima (DA SILVA et al., 2011; BAQUET et al., 2010).

Desta forma, testes de campo que avaliam o nível de aptidão aeróbia de jovens jogadores de futebol precisam ser realizados periodicamente desde as fases iniciais do processo de crescimento, e implementados em todas as categorias de base dos clubes de futebol, tendo em vista a contribuição e relevância desta valência física para a performance em jogo.

Portanto, o interesse do presente estudo em investigar o desempenho de jovens jogadores diante do T-CAR, justifica-se por sua originalidade, haja vista que nenhum estudo ainda verificou a reprodutibilidade do teste T-CAR em adolescentes jovens, assim como pela relevância prática em saber se o PV determinado no teste T-CAR é ou não influenciado pelo estado maturacional, o que por sua vez, pode contribuir para seleção/detecção de jovens jogadores com excelente desempenho aeróbio para o futebol profissional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Demanda fisiológica do jogo de futebol em jovens atletas

A compreensão em termos da intensidade de jogo, padrão de atividade e requerimento energético imposto sobre os jogadores de futebol de acordo com a faixa etária e posição tática durante partidas competitivas é de extrema importância para o desenvolvimento de intervenções de treinamento apropriados que visem o aperfeiçoamento da performance física (BUCHHEIT et al., 2010). Para isso, sistemas de rastreamento computadorizado têm sido explorados por pesquisadores, com o intuito de realizar a determinação das diferentes zonas de intensidade de trabalho em jogo, bem como a caracterização dos padrões de movimento de jogadores de futebol. Tais sistemas de gravação de imagens também possibilitam a captação das informações de movimento em tempo real de todos os jogadores simultaneamente (DI SALVO et al., 2009; RAMPININI et al., 2007a).

A partir desta tecnologia de filmagens de jogos, diversos estudos com adultos foram desenvolvidos para fornecer uma análise detalhada das atividades realizadas em alta intensidade (caracterizada pelo somatório das atividades realizadas com velocidades acima de $19\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), avaliar a importância destas atividades para o sucesso da equipe na partida (DI SALVO et al., 2009), verificar a relação da distância percorrida em diferentes intensidades de exercício com a performance em testes de campo (BANGSBO e LINDQUIST, 1992), assim como examinar as variações na performance de corrida durante o jogo ao longo da temporada competitiva (RAMPININI et al., 2007b).

No entanto, a maior parte destes estudos até então publicados, estão sendo realizados com atletas profissionais adultos (MOHR et al., 2003; DI SALVO et al., 2007). Nesta perspectiva, alguns pesquisadores preocuparam-se em suprir a carência diante da comunidade científica realizando a descrição do perfil de atividade (CASTAGNA et al., 2003), intensidade do jogo (STROYER et al., 2004) e capacidade de sprints repetidos (MUJIKÁ et al., 2009) em jovens atletas treinados.

A DTP durante o jogo pode ser um parâmetro utilizado para determinar a capacidade física de atletas de futebol. Baseado nesta relação foi possível observar por meio da análise de jogos durante partidas oficiais que crianças e adolescentes percorrem distâncias na ordem de $6,2 \pm 0,7$ km (CASTAGNA et al., 2009; CASTAGNA et al., 2010b). Estes achados iniciais nos permitem concluir que crianças e adolescentes atingem uma DTP durante o jogo bem abaixo dos valores de referência para adultos (10-12 km) (STOLEN et al., 2005). Por outro lado, esta menor distância percorrida pode ser atribuída a menor duração das partidas em jovens atletas (60 min) comparada aos atletas profissionais adultos (90 min). Neste sentido, Castagna et al. (2003) realizaram a extrapolação do tempo de jogo de jovens atletas para a duração da partida de atletas profissionais adultos (90 min), e encontraram que ainda assim, esta DTP extrapolada ($\sim 8,800$ m) foi inferior ao relatado para jogadores profissionais adultos, reforçando a idéia que crianças e adolescentes (~ 12 anos) percorrem menores distâncias ao longo da partida comparado aos adultos.

Realizando uma análise detalhada a respeito da DTP em jogo, Castagna et al. (2010b) e Castagna et al. (2009) observaram que jovens atletas de futebol percorrem distâncias entre 3,200 m e 3,515 m (51,0%-56,4% da DTP) em corridas de baixa intensidade (caminhada e trote), 986 m e 1,600 m (15,9%-25,8% da DTP) em corridas de intensidade moderada (velocidades de corrida entre $8,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ e $13,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), 468 m e 741 m (7,8%-12,0% da DTP) em corridas de alta intensidade (velocidades de corrida entre $13,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ e $18,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), 114 m e 217 m (1,8%-3,5% da DTP) em sprints (velocidades de corrida acima de $18,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$).

Além disso, Castagna et al. (2003) demonstraram que jovens atletas de futebol percorrem distâncias na faixa de 582 m e 975 m (9,4%-15,7% da DTP) em atividades de alta intensidade (somatório das atividades que atingem velocidades acima de $13,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), bem como 217 m e 46 m em corridas laterais e de costas, respectivamente.

Diante desta caracterização, crianças parecem apresentar maior variação relativa (9,4%-15,7%) comparada aos adultos (8,1%-8,2%) quanto à distância percorrida em atividades de alta intensidade (DI SALVO et al., 2007; WESTON et al., 2011). Em contrapartida, quando expressam o tempo dispendido em atividades de alta intensidade em relação ao tempo da partida,

Castagna et al., (2003) e Harley et al., (2010) analisaram que atletas da categoria sub-12 gastam, respectivamente, 9,0% e 10,2% do tempo total da partida realizando esforços de alta intensidade. Estes valores são similares aos relatados por Bangsbo et al. (1991) em atletas profissionais adultos da liga nacional dinamarquesa, que gastam cerca de 8,1% do tempo total da partida em atividades de alta intensidade ($> 18,0\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$). Adicionalmente, recentes estudos realizados por Buchheit et al. (2010), Harley et al. (2010) e Castagna et al. (2003) têm demonstrado que os sprints representam cerca de 1,8% a 5,1% da DTP, com duração aproximada de 2-4s, sendo realizado a cada 120s (2min) com distâncias não maiores que 25m, em jovens atletas de futebol entre as categorias Sub-12 e Sub-16.

Esse mesmo padrão de atividade de sprints tem sido relatado também para jogadores profissionais adultos durante partidas da liga inglesa (WESTON et al., 2011), da liga espanhola e liga dos campeões (DI SALVO, et al., 2007). No entanto, a diferença existente entre os critérios adotados para estabelecer estas zonas de intensidade de exercício limitam de certa forma a comparação entre os estudos supracitados. Sendo assim, os profissionais que atuam diretamente na área do futebol deverão ter cautela ao interpretar essa variedade de resultados.

No contexto do jogo de futebol, tanto crianças quanto adultos têm apresentado diferenças de performance entre os dois tempos de partida. Estudos que tinham por objetivo analisar o padrão de atividade durante jogos oficiais mostraram que jovens atletas e adultos profissionais apresentaram reduções significativas em proporções similares (3,8%-5,5%) entre o 1º e 2º tempo na DTP em cada tempo de jogo (CASTAGNA et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2003; BANGSBO et al., 1991). Esta redução parece ser justificada principalmente pela diminuição significativa que ocorre nas distâncias percorridas em intensidades de exercício moderada entre os dois tempos da partida e o maior tempo gasto em esforços de baixa intensidade, seja em jovens atletas ou em adultos profissionais (CASTAGNA et al., 2009; DI SALVO et al., 2007, respectivamente). Contudo, esse comportamento não é visível para as atividades que são realizadas em alta intensidade. A partir destas constatações, Castagna et al. (2003) sugeriram que esta diminuição nas intensidades de trabalho moderada é em função do comportamento seletivo

destes jovens atletas em dosar seus esforços visando a manutenção de sua performance ao longo da partida.

Quanto à intensidade do jogo de futebol em crianças e adolescentes, Capranica et al. (2001) verificaram que os valores de frequência cardíaca em atletas pré-púberes (11 anos) durante uma partida de 11x11 (dimensão do campo 100m x 65m) e 7x7 (dimensão do campo 60m x 40m), excederam 170bpm por 80% e 88% do tempo total da partida, no 1º e 2º tempo, respectivamente. Por outro lado, quando os valores são expressos em termos relativos (%FCmax), Castagna et al. (2010b) mostraram que jovens atletas de futebol (14 anos) conseguem manter uma média de 86,8%FCmax e 85,8%FCmax durante o 1º e 2º tempo da partida, respectivamente.

Outro estudo realizado por Buchheit et al. (2008) com o objetivo de identificar o tempo que os atletas gastam em diferentes zonas do %FCmax, constataram que houve uma redução significativa do tempo gasto nas maiores zonas de %FCmax (86-95%) entre o 1º e 2º tempo da partida paralelo a um aumento do tempo gasto nas menores zonas de %FCmax (<60%, 61-70% e 71-85%). Desta forma, os autores chegaram à conclusão que assim como em adultos, crianças desenvolvem uma fadiga temporária, especialmente em direção ao final da partida.

Nessa mesma perspectiva, Stroyer et al. (2004) foram os primeiros a relatar indiretamente a demanda energética aeróbia durante uma partida em relação ao status maturacional e nível competitivo (elite vs. não-elite) em jovens atletas de futebol (12 à 14 anos). Nesse estudo, os autores observaram que os atletas classificados como elite no início de sua puberdade (12 anos) exercitaram-se em maior nível de consumo de oxigênio (VO_2) relativo ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) e absoluto ($ml.min^{-1}$), % VO_2max e frequência cardíaca (FC) que os atletas classificados como não-elite no início da puberdade. Já os jogadores de elite no final da puberdade (14 anos) se exercitaram em um nível de VO_2 relativo e absoluto ainda maior comparado aos outros dois grupos no início da puberdade.

Assim como relatado por Buchheit et al. (2008), este estudo realizado por Stroyer et al. (2004) encontraram que os valores de FC diminuíram significativamente em todos os grupos entre o 1º e 2º tempo. Além disso, verificaram que os valores de VO_2max ($ml.kg^{-1}.min^{-1}$) de atacantes/meio-

campistas foram maiores comparado aos jogadores de defesa ($65 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ vs. $58 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente, para jogadores de elite no final da puberdade).

Diante destes achados, parece existir uma similaridade geral na intensidade de jogo relativa (demanda aeróbia e anaeróbia) e padrão de movimento entre jovens atletas e jogadores profissionais adultos. Mais do que isso, já parece existir também uma seleção desde as fases iniciais do processo de formação de jovens atletas, principalmente devido ao fato que jogadores não-elite diferem claramente de jogadores classificados como elite da mesma idade cronológica e estágio maturacional em termos de capacidade de trabalho durante o jogo (STROYER et al., 2004).

2.2 Avaliação aeróbia de jovens atletas de futebol

A intensidade de exercício média durante uma partida de futebol, determinada de maneira relativa, fica aproximadamente entre 70-80% VO_2max ou 80-90% FCmax (CASTAGNA et al., 2010b; STROYER et al., 2004; BANGSBO, 1994). Contudo, expressar a intensidade de exercício como uma média dos 90min de jogo pode resultar em perdas substanciais de informações específicas a respeito deste componente tão importante. Desta forma, vale destacar que a partida de futebol é caracterizada em sua grande parte por esforços realizados em baixa intensidade, bem como por períodos e situações específicas de alta intensidade na qual existe um predomínio relativo do metabolismo anaeróbio (produção de lactato ao nível muscular e utilização dos estoques de creatina fosfato – CrP) (HELGERUD et al., 2001). Neste sentido, Tomlin e Wenger (2001) e McMillan et al. (2005) tem sugerido que uma elevada potência aeróbia possa auxiliar na recuperação entre estes esforços intermitentes de curta duração e alta intensidade, acelerando a remoção do lactato sanguíneo e a restauração dos estoques de CrP, permitindo assim a manutenção das atividades realizadas em altas intensidades ao longo da partida.

Paralelo a estas evidências, tem sido observado que a melhora nos valores de VO_2max (~11,0%) em jovens atletas de futebol após um período de 8 semanas de treinamento intervalado (4 séries de 4min correndo em uma

intensidade de exercício entre 90-95% FCmax, separada por períodos de recuperação ativa com duração de 3min em uma intensidade próxima a 50-60% FCmax) aumentam a DTP e o envolvimento com a bola, respectivamente, em 20% e 23%, seguido por um aumento de 100% no número de sprints realizados por cada jogador durante a partida (HELGERUD et al., 2001). Portanto, estes recentes achados reforçam a importância de adotar regimes de treinamento que visem aumentar a capacidade aeróbia e potência aeróbia máxima de jogadores de futebol (HILL-HAAS et al., 2009; IMPELLIZZERI et al., 2006; McMILLAN et al., 2005), tendo em vista a influência destes parâmetros aeróbios sobre a performance física, técnica e tática de jovens atletas durante o jogo (CHAMARI et al., 2005).

A potência aeróbia máxima (VO_2max) é um indicador da aptidão cardiorrespiratória, que representa a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser captado, transportado e utilizado pelo organismo, durante exercícios dinâmicos máximos, envolvendo grandes grupos musculares (BASSET e HOWLEY, 2000; ASTRAND, 1986). Além disso, o VO_2max é a variável fisiológica que melhor descreve a perfeita integração entre os componentes dos sistemas pulmonar, cardiovascular e muscular (KRAHENBUHL et al., 1985). Tradicionalmente, jovens jogadores de futebol independente do estágio maturacional tem apresentado valores de VO_2max relativo inferiores a $61,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (CUNHA et al., 2011; FERNANDEZ-GONZALO et al., 2010; CHIA et al., 2005; CHAMARI et al., 2004; STROYER et al., 2004; REILLY et al., 2000; WILLIFORD et al., 1999), com exceção de dois estudos realizados por Chamari et al. (2005) e McMillan et al. (2005) que observaram valores de VO_2max igual a 66,5 e 69,8 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente, em jovens atletas de futebol de 14,0 e 17,0 anos.

Cunha et al. (2008) verificaram que os valores de VO_2max relativos, quando comparados entre os grupos maturacionais pré-púberes (12,9 anos), púberes (14,6 anos) e pós-púberes (15,1 anos) (49,9; 50,0; 49,8 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, respectivamente) não apresentaram diferenças significativas. Estes achados estão de acordo com os resultados apresentados por Stroyer et al. (2004) que também não encontraram diferenças significativas no VO_2max ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) entre atletas no início da puberdade (58,7 vs. 58,6 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, para atletas não-elite e elite, respectivamente) e atletas ao final da puberdade (63,7 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

$^1 \cdot \text{min}^{-1}$). Sendo assim, diversos autores têm questionado e criticado a utilização convencional do VO_2max expresso de maneira relativa em crianças e adolescentes, principalmente por não ajustar adequadamente os efeitos da massa corporal e mascarar a influência que o crescimento e a maturação biológica exercem sobre esta variável fisiológica (ARMSTRONG e WELSMAN, 2001; ARMSTRONG et al., 1999; WELSMAN e ARMSTRONG, 1996; ROWLAND, 1989).

Diante da necessidade de controlar as diferenças do tamanho corporal sobre o desenvolvimento da potência aeróbia máxima durante o crescimento, alguns autores têm proposto que a utilização do VO_2max absoluto ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} / \text{l} \cdot \text{min}^{-1}$) ou modelos matemáticos baseado nos princípios alométricos sejam os métodos mais adequados para normalizar o VO_2max e ajustar os efeitos que a massa corporal exerce sobre este índice fisiológico (BEUNEN et al., 2002; WELSMAN e ARMSTRONG, 2000; WELSMAN e ARMSTRONG, 1996). Ao contrário do VO_2max relativo, quando os valores são expressos em valores absoluto, estudos longitudinais apontam que os valores de VO_2max aumentam linearmente, a partir dos 10 anos de idade até a maioridade em meninos (ARMSTRONG e WELSMAN, 2001; ARMSTRONG et al., 1999). Nesta mesma direção, Cunha et al. (2011) ao utilizarem um modelo matemático para ajustar os efeitos da massa corporal sobre o VO_2max , verificaram por meio da análise de três diferentes expoentes alométricos (0,67; 0,75; 0,90) que os valores de VO_2max de jovens jogadores de futebol (248.7 vs. 232.2 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-0.67} \cdot \text{min}$, 176.3 vs. 167.1 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-0.75} \cdot \text{min}$, 96.6 vs. 93.8 $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-0.90} \cdot \text{min}$, para pós-púberes e púberes, respectivamente) eram significativamente superiores para o grupo pós-púbere (17,0 anos) comparado ao púbere (13,4 anos). Portanto, quando o VO_2max é expresso na forma absoluta ou alométrica, observa-se um aumento progressivo destes valores conforme o avanço dos estágios maturacionais (CUNHA e DE OLIVEIRA, 2008). Logo, estas descobertas apresentam relevantes aplicações teóricas e práticas na área de ciências do esporte, pois modificam o modo de interpretação e permitem uma melhor compreensão a respeito do desenvolvimento e comportamento deste parâmetro fisiológico em relação ao crescimento e maturação biológica de crianças e adolescentes (ARMSTRONG e WELSMAN, 2000).

Juntamente ao $VO_2\text{max}$, diversos autores têm sugerido a utilização de outros índices fisiológicos associados à potência aeróbia máxima (velocidade associada ao $VO_2\text{max}$ - $vVO_2\text{max}$ e economia de corrida - EC) e capacidade aeróbia (limiar anaeróbio -LAN e/ou segundo limiar ventilatório - LV_2) visando discriminar o perfil fisiológico de atletas com diferentes níveis competitivos, monitorar as mudanças ou variações da performance aeróbia ao longo da temporada, bem como prescrição das sessões de treinamento de jovens jogadores de futebol, visto que estas variáveis mencionadas são mais sensíveis aos efeitos de treinamento comparado ao $VO_2\text{max}$ (KALAPATHARAKOS et al., 2011; FERNANDEZ-GONZALO et al., 2010; ZIOGAS et al., 2009; CUNHA et al., 2008; SEGERS et al., 2008; McMILLAN et al., 2005; CHAMARI et al., 2004).

Classicamente, a $vVO_2\text{max}$ é definida como a menor velocidade ou potência na qual atinge o $VO_2\text{max}$ (BILLAT et al., 1994), sendo caracterizada também como o índice fisiológico que melhor descreve a relação entre a potência aeróbia máxima e a EC (DENADAI, 2000). A partir da determinação deste índice fisiológico, treinadores têm conseguido planejar inúmeras sessões de treinamento intervalado por meio da prescrição de diferentes intensidades de exercício, expresso de forma relativa à $vVO_2\text{max}$ ($\%vVO_2\text{max}$), com o objetivo de melhorar a potência aeróbia máxima de seus atletas (BLONDEL et al., 2001). Além disso, o uso deste parâmetro permite que os treinadores realizem uma prescrição individualizada e adequada das cargas de treinamento tanto para adultos (BLONDEL et al., 2001) quanto para jovens pré-pubescentes (BAQUET et al., 2002), evitando assim o risco de *overtraining*, principalmente em crianças que estão começando nos programas esportivos de formação de atletas (BILLAT et al., 1995).

No que se refere aos valores de $vVO_2\text{max}$ relatados para crianças e adolescentes não atletas, Machado et al. (2002) e Billat et al. (1995) encontraram valores de $vVO_2\text{max}$ similares, na faixa de 12,1 e 12,6 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente, em jovens escolares (entre 11 e 12 anos) não praticantes de qualquer programa sistemático de treinamento de endurance. Em contrapartida, Fernandez-Gonzalo et al. (2010) reportaram valores de $vVO_2\text{max}$ levemente superiores (13,3 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) para um grupo de atletas de futebol da mesma faixa etária com um período mínimo de quatro anos de experiência em

treinamentos específicos ao futebol. Contudo, sugere-se cautela ao realizar a comparação dos valores de $v\text{VO}_2\text{max}$ entre os diferentes estudos, devido principalmente as diferenças que podem existir entre os protocolos adotados para a determinação deste índice.

Em outro estudo realizado por Chamari et al. (2004) comparando diferentes respostas fisiológicas entre jovens jogadores de futebol (14 anos) e atletas profissionais adultos (24 anos), verificaram que os adultos apresentavam um valor significativamente superior (10,1%) diante de jovens atletas para a $v\text{VO}_2\text{max}$ (15,3 vs. 13,9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, para adultos e crianças, respectivamente). No entanto, não encontraram diferenças significativas nos valores de VO_2max relativo entre os dois grupos analisados. Estes resultados sugerem que a $v\text{VO}_2\text{max}$ aumenta independentemente de modificações nos valores de VO_2max ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), possivelmente em decorrência de uma melhora da EC em função da idade cronológica e maturação biológica (MACHADO et al., 2002).

Krahenbuhl e Williams (1992) reforçam estes achados ao afirmarem que a EC durante a infância e adolescência aumenta constantemente com a idade cronológica, independente da participação formal em programas de treinamento, e que as crianças realmente são menos econômicas quando comparado aos adultos. Sendo assim, a menor EC encontrada nas crianças, devido a sua maior taxa metabólica de repouso, maiores equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2) e desvantagens biomecânicas (menor comprimento da passada) comparado aos adultos, pode explicar em parte os menores valores de $v\text{VO}_2\text{max}$ encontrados para os jovens atletas de futebol no estudo de Chamari et al. (2004). Ainda em função desta menor EC, crianças durante um jogo de futebol podem relatar maior percepção de esforço comparado aos adultos, devido ao maior gasto energético induzido por estas desvantagens biomecânicas e fisiológicas mencionadas acima (CASTAGNA et al., 2003).

Por outro lado, alguns estudos têm demonstrado que tanto jovens atletas de futebol (CASTAGNA et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2009) quanto atletas profissionais adultos (BANGSBO et al., 1994; ALI e FARRALLY, 1991) durante o desenrolar de uma partida de futebol, se exercitam, em média, em uma intensidade correspondente ao LAn ($\sim 75\text{-}80\%\text{VO}_2\text{max}$ e/ou $80\text{-}90\%\text{FCmax}$).

Contudo, o tempo efetivo gasto nesta intensidade esta em torno de 20min, sendo que o restante do tempo os jogadores realizam esforços acima (acumulando lactato) e abaixo (oxidando o lactato acumulado) deste limiar (HELGERUD et al., 2001).

O LAn tem sido comumente definido como a intensidade de exercício na qual se observa uma concentração fixa de lactato sanguíneo correspondente a $2,5\text{mmol.l}^{-1}$, quando envolve a avaliação da capacidade aeróbia de crianças (WILLIAMS E ARMSTRONG, 1991; TOLFREY E ARMSTRONG, 1995). No entanto, para a determinação desta intensidade de exercício, tornam-se necessárias algumas intervenções invasivas, como por exemplo, coletas de amostra de sangue e equipamentos sofisticados. Alternativamente, o LV_2 pode ser uma metodologia não-invasiva para determinar o limiar anaeróbio (LAn) por meio de parâmetros ventilatórios em crianças, uma vez que não é necessário coletas de sangue. Por sua vez, o LV_2 é definido como o momento durante o exercício incremental na qual a ventilação pulmonar começa aumentar desproporcionalmente ao aumento no consumo de oxigênio (VO_2) (DEKERLE et al., 2003).

Certamente, estes dois índices fisiológicos associados à capacidade aeróbia vêm sendo constantemente monitorado por treinadores e preparadores físicos, haja vista as altas intensidades de exercício aos quais estes jovens atletas são submetidos durante uma partida futebol (McMILLAN et al., 2005). Paralelo a isso, essas variáveis submáximas (LAn e LV_2) tem sido utilizados para acompanhar as adaptações fisiológicas aos efeitos de treinamento no período de pré-temporada, assim como as variações da performance aeróbia que podem ocorrer em jovens atletas de futebol durante a temporada competitiva (ZIOGAS et al., 2009; McMILLAN et al., 2005).

Neste sentido, Fernandez-Gonzalo et al. (2011) com o propósito de descrever as características fisiológicas associadas a capacidade aeróbia de jovens atletas de futebol pré-púberes, verificaram que o LAn destes atletas estava em torno de 87% e 91% do $VO_{2\text{max}}$. Já Hoff et al. (2002) e Helgerud et al. (2001), observaram que a intensidade de exercício correspondente ao LAn para atletas profissionais adultos representa cerca de 75% e 82% $VO_{2\text{max}}$, respectivamente. Da mesma forma, estudos com jovens atletas de futebol de diferentes faixas etárias (13 a 17 anos) têm demonstrado que a intensidade de

exercício associada ao LV_2 também pode ficar em torno de 90%, 88% e 74% do VO_{2max} (CHAMARI et al., 2004, CUNHA et al., 2008; CUNHA et al., 2011, respectivamente). A partir desta caracterização, nota-se nos estudos supracitados que a intensidade referente ao LAn ou LV_2 quando expresso de maneira relativa ($\%VO_{2max}$) apresentam resultados inconsistentes. Isto pode ser justificado pela diferença no nível de condicionamento dos atletas, modelo e critérios adotados para a determinação dos limiares de transição fisiológica (LAn e LV_2), assim como protocolo e equipamentos utilizados (MAHON e CHEATHAM, 2002). Em contrapartida, quando os valores são apresentados em relação ao $\%FCmax$, os estudos apontam que ambos, LAn e LV_2 , ficam em torno de $90\%FCmax$, seja em crianças ou adultos (HOFF et al., 2002; HELGERUD et al., 2001).

Em síntese, observa-se que estes índices fisiológicos máximos e submáximos são ferramentas importantes para avaliar a aptidão aeróbia dos jovens atletas de futebol, prescrever as sessões de treinamento, acompanhar os efeitos de treinamento e prever a performance aeróbia em jogo (ZIOGAS et al., 2009; McMILLAN et al., 2005).

2.3 Testes de campo para avaliação da aptidão aeróbia

A avaliação dos índices fisiológicos (vVO_{2max} , VO_{2max} , LAn/ LV_2 e EC) de jovens jogadores de futebol pode ser precisamente determinado utilizando uma variedade de protocolos laboratoriais (tradicionais) durante a corrida em esteira ergométrica até a exaustão. No entanto, estas avaliações em condições de laboratório além de apresentarem baixa validade ecológica, consomem tempo excessivo por cada atleta avaliado, bem como exigem profissionais especializados e equipamentos caros (CHIA et al., 2005; CHAMARI et al., 2004; RAMSBOTTOM et al., 1988). Por estas razões, alguns testes de campo têm sido utilizados por treinadores e cientistas do esporte como ferramenta alternativa para avaliar e planejar os programas de treinamento aeróbio em jogadores de futebol (AHLER et al., 2011; CASTAGNA et al., 2010a; STICKLAND et al., 2003; WILLIFORD et al., 1999). Baseado não só nestes princípios, as avaliações de campo também podem ajudar a identificar as qualidades e deficiências fisiológicas do atleta, monitorar as mudanças na

performance física durante o jogo induzida pelas sessões de treinamento, assim como auxiliar no processo de detecção de talentos (REILLY et al., 2000; BANGSBO, 1996). Por fim, os testes de campo diferentemente dos protocolos de laboratório conseguem reproduzir de modo mais específico o padrão de movimento e a demanda fisiológica a que os jogadores de futebol são submetidos durante partidas competitivas (KRUSTRUP et al., 2003).

Contudo, diante dos inúmeros protocolos de campo que estão sendo explorados em estudos científicos, os profissionais que atuam no futebol podem não saber por quais testes optarem no momento de avaliar seus atletas. Desta forma, o conhecimento sobre os conceitos de validade, sensibilidade e reprodutibilidade das medidas de performance utilizadas para determinar a aptidão aeróbia de jovens atletas de futebol serão decisivas no momento da escolha do protocolo a ser utilizado (CURRELL e JEUKENDRUP, 2008).

Em termos gerais, a validade consiste em verificar se o protocolo adotado realmente mede a variável ao qual se propõe a medir (ATKINSON e NEVILL, 1998). Já a sensibilidade se refere à capacidade de determinado protocolo detectar pequenas, mas importantes, mudanças no desempenho dos atletas após um período de intervenção (CURRELL e JEUKENDRUP, 2008). Por último, a reprodutibilidade retrata basicamente a concordância dos valores medidos a partir de uma avaliação, ensaio ou instrumento em situações repetidas (teste e reteste) no mesmo sujeito. Em outras palavras, um indivíduo realiza um teste em 2 ocasiões diferentes sob a mesma condição em um tempo próximo devendo obter resultados similares. Logo, a melhor reprodutibilidade implica em melhor precisão da variável analisada, bem como em melhor acompanhamento das mudanças acerca dessa variável ao longo do tempo (HOPKINS, 2000).

Entre os protocolos de campo que vem recebendo atenção a respeito de sua validade, sensibilidade e reprodutibilidade para avaliação da potência aeróbia máxima de jovens jogadores de futebol destacam-se o 20-MSRT (LEGER e LAMBERT, 1982; LEGER et al., 1988), Teste Yo-Yo (BANGSBO, 1996), T-CAR (CARMINATTI et al., 2004), Teste de Hoff (HOFF et al., 2002) e Teste de Bangsbo (BANGSBO e LINDIQUIST, 1992).

Leger e Lambert (1982) investigaram a validade do 20-MSRT para predição da potência aeróbia máxima (VO_2max) de homens e mulheres

adultas. Os autores verificaram que o $VO_2\text{max}$ poderia ser predito a partir da relação linear entre o aumento da velocidade de corrida e o aumento no VO_2 em cada estágio do teste. Obviamente o $VO_2\text{max}$ foi estimado a partir de equações de regressão que levavam em consideração a máxima velocidade aeróbia ($V_{a\text{max}}$) atingida no teste, uma vez que estas duas variáveis fisiológicas foram altamente correlacionadas ($r=0.84$). No entanto, destaca-se também que um erro padrão de estimativa (EPE) relativamente amplo (11.4%; $5.4\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) para o $VO_2\text{max}$ foi encontrado neste estudo. Reforçando a validade do 20-MSRT para a predição da potência aeróbia máxima, Ramsbottom et al. (1988) encontraram correlações significantes ($r=0.92$) entre o $VO_2\text{max}$ medido diretamente e a performance no 20-MSRT (número de estágios completados) em homens e mulheres ativas fisicamente. Posteriormente, Leger et al. (1988) relataram a validade e reprodutibilidade do 20-MSRT para predição do $VO_2\text{max}$ em crianças e adolescentes (8-18 anos). Contudo, houve algumas adaptações no protocolo utilizado para crianças comparado ao estudo de Leger e Lambert (1982), reduzindo a duração dos estágios de 2 para 1min e aumentando a velocidade inicial do teste de 8,0 para $8,5\text{km.h}^{-1}$.

O teste de 20-MSRT foi altamente reprodutível ($r=0.89$) para este grupo de crianças e adolescentes. Neste mesmo estudo, o $VO_2\text{max}$ foi predito a partir da $V_{a\text{max}}$ e idade cronológica com um coeficiente de correlação de 0.71 e um EPE de $5.9\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (12.4%).

Em contrapartida, existem alguns estudos que questionam o uso do 20-MSRT para predição do $VO_2\text{max}$, tendo em vista que os valores tendem a ser subestimado ou superestimado ($\sim 3,5-11,0\%$) em relação aos valores medidos diretamente (RUIZ et al., 2009; CHIA et al., 2005; COOPER et al., 2005). Além disso, McVeigh et al. (1995) acreditam que o 20-MSRT pode “falhar” na predição da potência aeróbia máxima em crianças devido a performance nos estágios finais do teste ser influenciada pela maior exigência anaeróbia imposta pelas constantes mudanças de direção comparado aos protocolos tradicionais em esteiras ergométricas (sem mudança de direção). Além destes problemas relatados, o 20-MSRT não parece ser um teste sensível o suficiente para monitorar mudanças na performance de indivíduos que já tenham uma potência aeróbia máxima elevada (COOPER et al., 2005). Diante destas evidências, pode-se concluir que o $VO_2\text{max}$ predito a partir do 20-MSRT seja

em crianças e adultos pode estar sendo subestimado ou superestimado em no mínimo 10%, bem como não parece ser um teste de campo adequado para avaliação de jogadores de futebol quando o objetivo for verificar efeitos de treinamento (THOMAS et al., 2006).

Contudo, Castagna et al. (2010b) e Williford et al. (1999) verificaram que o 20-MSRT é um protocolo válido para avaliação da aptidão aeróbia de jovens jogadores de futebol altamente treinados, no entanto, esse teste em decorrência de sua natureza contínua juntamente a falta de sensibilidade em avaliar os efeitos de intervenções de treinamento tem sido alternativamente substituído por modelos com características intermitente (realização de um esforço acompanhado por um período de pausa) como, por exemplo, YYIET e YYIRT (BANGSBO, 1996), e T-CAR (CARMINATTI, 2004).

Os dois protocolos intermitentes propostos por Bangsbo (1996), YYIET e YYIRT foram desenvolvidos em dois níveis (1 e 2) com o objetivo de avaliar a potência aeróbia máxima, juntamente com a capacidade do indivíduo realizar esforços de alta intensidade após curtos períodos de recuperação durante períodos prolongado de tempo visualizado em esportes intermitentes como o futebol, futsal e basquetebol. Da mesma forma que o 20-MSRT, a performance obtida no teste Yo-Yo é tradicionalmente expressada a partir da distância percorrida e/ou número de estágios completados no teste.

O YYIET nível 1 e 2 começam com velocidades iniciais de 8,0 e 11,5km.h⁻¹, respectivamente. Já durante o YYIRT nível 1 os indivíduos partem de uma velocidade inicial correspondente a 10,0km.h⁻¹, diferentemente do nível 2 que começa em 13,0km.h⁻¹. Ambos os testes são realizado em um percurso de distância fixa de 20m. A diferença entre o YYIET e YYIRT se dá na duração das pausas (5s e 10s, para YYIET e YYIRT, respectivamente) obrigatoriamente realizada a cada 40m (2x20m). Bangsbo (1996) e Thomas et al. (2006) recomendam que o nível 1 do YYIET e YYIRT sejam utilizados preferencialmente em atletas de esportes coletivos com baixa aptidão aeróbia, ao invés do nível 2 que é sugerido para os atletas com elevada capacidade e potência aeróbia e anaeróbia.

Diante da caracterização do protocolo de ambos os modelos intermitentes desenvolvidos por Bangsbo (1996), evidências de reprodutibilidade, validade e sensibilidade tem sido relatada em estudos

realizados em crianças entre 6 e 9 anos (AHLER et al., 2012), jovens jogadores de futebol de elite (CASTAGNA et al., 2010b; CASTAGNA et al., 2009) e não elite (CASTAGNA et al., 2006b), jogadores de futebol profissionais (CASTAGNA et al., 2006a; KRUSTRUP et al., 2003) e sujeitos recreacionais (THOMAS et al., 2006).

No entanto, destaca-se que a versão mais difundida e estudada do teste Yo-Yo diante da comunidade científica é o YYIRT nível 1. Recentemente, Castagna et al. (2010b) e Castagna et al. (2009) analisaram que o YYIRT nível 1 é altamente reprodutível em jovens jogadores de futebol (14 anos), encontrando coeficientes de variação (CV) e coeficientes de correlação intraclasse (CCI) na faixa de 3,5-3,8% e 0.92-0.98, respectivamente. Paralelo a estes achados, foram encontradas correlações significantes ($r=0.77$, $p<0,0001$) entre a distância percorrida em atividades de alta intensidade (medida de performance obtida por meio da análise de jogos) e a performance durante o YYIRT nível 1 (CASTAGNA et al., 2009).

Outro teste de campo que vem recebendo atenção por parte de pesquisadores brasileiros a respeito da avaliação aeróbia de jogadores de futebol é o teste T-CAR proposto por CARMINATTI et al. (2004). Assim como o YYIET e YYIRT, o T-CAR caracteriza-se por ser um teste intermitente (pausas de 6s) e progressivo. No entanto, o T-CAR, diferentemente da distância fixa (20m) utilizada no teste Yo-Yo e 20-MSRT, apresenta um protocolo com distâncias variáveis (aumento de 1m ao final de cada estágio). A principal variável determinada no T-CAR é o PV. Neste sentido, Fernandes da Silva et al. (2011b) observaram em um grupo de jogadores júnior de futebol ($n=28$) que não houve diferença significativa entre os valores de PV obtido no T-CAR e $vVO_2\max$ determinado em laboratório (16,5 vs. 16,8 $km.h^{-1}$, respectivamente). Encontraram ainda que a combinação entre a $vVO_2\max$ e $VO_2\max$ determinado em laboratório e o tempo médio (TM) obtido a partir de um teste referente a capacidade de sprints repetidos (CSR) conseguem explicar em ~78% os valores de PV atingidos no T-CAR. Além disso, Dittrich et al. (2011) verificaram a validade dos índices fisiológicos associados a capacidade aeróbia (velocidade associada ao ponto de deflexão da frequência cardíaca – V_{PDFC} e velocidade referente a 80.4% do PV – $V_{80.4\%}$) e potência aeróbia máxima (PV) determinados a partir do teste T-CAR para predição da performance aeróbia de

jogadores de futsal. Os resultados deste estudo mostraram a existência de relação significativa e valores similares entre variáveis fisiológicas identificadas no T-CAR (PV, V_{PDFC} e $V_{80.4\%}$) e índices fisiológicos relacionados à potência aeróbia máxima (vVO_2max) e capacidade aeróbia (velocidade referente ao $LAN - V_{LAN}$) determinados no teste incremental em esteira ergométrica. Diante destas constatações, o T-CAR torna-se uma ferramenta interessante e válida para avaliação da capacidade aeróbia e potência aeróbia máxima, bem como prescrição e controle do treinamento em jogadores de futebol e futsal (DITTRICH et al., 2011). Outro achado importante que suporta o uso do T-CAR no campo de avaliação de atletas de modalidades intermitentes foi a alta reprodutibilidade ($CCI = 0.94$ e $CV = 1.4\%$) do PV obtido na situação de teste e reteste (FERNANDES DA SILVA et al., 2011b). Somado a estes resultados, Floriano et al., (2009) observaram que entre o período pré e pós-temporada ocorreram aumentos significativos dos valores de PV ($15,0 \pm 0,1$ vs. $17,0 \pm 0,8$ $km.h^{-1}$, pré e pós, respectivamente) e PDFC (%PV) ($77,0 \pm 5,1$ vs. $84,0 \pm 6,0$ %, pré e pós, respectivamente) determinados no T-CAR, em 10 jogadores de futebol da categoria sub-20, mostrando que o T-CAR é um teste sensível para detectar e monitorar as mudanças no desempenho aeróbio ao longo de uma temporada competitiva. No entanto, alguns cuidados são necessários com esse novo modelo, uma vez que o T-CAR possui informações limitadas no que diz respeito aos aspectos de validade direta e concorrente em crianças e adolescentes.

2.4 Interferências do crescimento e maturação biológica na performance de jovens atletas de futebol

As crianças e adolescentes experimentam três processos que ocorrem simultaneamente e interagem entre si, denominados crescimento, maturação e desenvolvimento. No entanto, esses termos às vezes são frequentemente utilizados como sinônimos, mas cada um refere-se a atividades biológicas específicas que ocorrem na vida diária de crianças e adolescentes durante as duas primeiras décadas da vida (MALINA e BOUCHARD, 2002). Primeiramente, o crescimento caracteriza-se pelo aumento no tamanho do corpo como um todo ou de partes específicas, enquanto a maturação refere-se

ao tempo e ao controle temporal do progresso em direção ao estado biológico maduro podendo variar em *timing* (tempo em que ocorrem eventos maturacionais específicos) e tempo (taxa ou velocidade na qual a maturação progride, ou seja, o quão rápido ou lento um indivíduo passa de um estágio inicial pré-púbere para o estado maduro). Por sua vez, o desenvolvimento é entendido como uma interação entre as características biológicas individuais (crescimento e maturação) com o meio ambiente ao qual o sujeito é exposto durante a vida (ADAM et al., 2002; BEUNEN e MALINA, 1988).

A estatura e composição corporal são as duas dimensões corporais mais comumente utilizadas para monitorar o crescimento de jovens atletas. Por outro lado, a maturação de jovens atletas pode ser determinada por meio de três diferentes contextos: maturação esquelética (idade esquelética), maturação sexual (características sexuais secundárias e volume testicular) e maturação somática (idade do pico de velocidade em estatura – PVE e percentual da estatura adulta predita) (MALINA e BOUCHARD, 2002; ADAM et al., 2002; PLOWMAN, 1999).

O acompanhamento em longo prazo do processo de crescimento e maturação biológica de jovens atletas de futebol é de extrema importância, uma vez que inúmeros estudos mostram que a performance física e técnica está diretamente relacionada com a maturação durante a adolescência (PHILIPPAERTS et al., 2006; MALINA et al., 2005; MALINA et al., 2004).

Tradicionalmente estudos têm verificado que os atletas de futebol selecionados para equipes de elite comparadas aos atletas de equipes sub-elite/não elite geralmente nascem no começo do ano competitivo (HANSEN et al., 1999), são mais altos e mais pesados, assim como estão mais avançados na maturação sexual e esquelética, o que por sua vez, garante a estes jovens atletas melhores performances em tarefas que envolvam força, potência, agilidade e resistência (FIGUEIREDO et al., 2009b; REILLY et al., 2000; MALINA, 1994).

Neste sentido, alguns pesquisadores alertam para importância de considerar o status maturacional de crianças e adolescentes junto a interpretação da performance obtida em bateria de avaliações físicas e técnicas durante o processo de identificação e desenvolvimento de jovens talentos, na tentativa de evitar que jogadores atrasados no processo maturacional com

potencial para se tornar um atleta profissional no futuro sejam excluídos precocemente (MEYLAN et al., 2010; HIROSE, 2009; FIGUEIREDO et al., 2009b; VAEYENS et al., 2006).

Malina et al. (2004) com o objetivo de estimar a contribuição da maturação sexual em componentes fisiológicos específicos ao futebol (velocidade, potência neuromuscular e resistência aeróbia) em jovens atletas portugueses entre 13 e 15 anos de idade, verificaram que o tamanho corporal, estágio maturacional e anos de treinamento conseguem explicar aproximadamente entre 21% e 50% a variação da performance nos testes físicos específicos que foram utilizados. Da mesma forma, Malina et al. (2005) verificaram que a idade cronológica, os anos de treinamento, tamanho corporal e estágio maturacional contribui significativamente para explicar a variação (entre 8% e 21%) na performance em testes de habilidades técnicas específicas ao futebol. Diante destes resultados, pode-se perceber que o poder de predição da maturação junto as outras variáveis em relação à performance de jovens atletas de futebol é relativamente maior para as qualidades físicas comparada as qualidades técnicas. Isso pode ser justificado pela maior dificuldade em avaliar habilidades técnicas em relação aos indicadores fisiológicos, uma vez que outros fatores além do tamanho corporal e maturação como, por exemplo, controle neural do movimento parece exercer influências sobre a performance do atleta nestes testes de habilidades técnicas específicas ao futebol (MALINA et al., 2005; WILLIAMS, 2000).

Outra questão relevante no processo de formação de jovens atletas de futebol é se existe um período de maior sensibilidade (antes, durante ou após o PVE) para o treinamento de diferentes componentes físicos. No que diz respeito à melhoria da potência aeróbia máxima em crianças e adolescentes pré-púberes, dois estudos conduzidos por Baquet e colaboradores mostraram que após um determinado período de treinamento aeróbio intermitente de alta intensidade variando entre 100% e 130% da $V_{a_{max}}$ (intensidades máximas e supramáximas) houve um aumento significativo nos valores relativos e absoluto do VO_{2max} e PV em aproximadamente 5-6% (BAQUET et al., 2010; BAQUET et al., 2002). Por outro lado, estudos longitudinais com jovens atletas e não atletas têm demonstrado que o período de maior treinabilidade na qual se observa ganhos máximos nos valores de potência aeróbia máxima coincide

com o momento em que o indivíduo atinge o PVE (PHILIPPAERTS et al., 2006) ou imediatamente após (8 meses) o PVE (YAGUE e DE LA FUENTE, 1998).

Diante deste conjunto de resultados, presume-se que o conhecimento a respeito da ocorrência de diferentes eventos maturacionais como, por exemplo, a idade do PVE apresenta implicações práticas relevantes para formulação e prescrição de sessões de treinamento que sejam adequadas, apropriadas e realísticas para a melhoria das características relacionadas à capacidade funcional e técnica de jovens atletas de futebol.

3. MÉTODOS

3.1 Modelo de estudo

O presente estudo pode ser classificado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigida para solucionar problemas específicos. Quanto à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa, visto que considera que os dados serão quantificados, classificados e analisados. Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva do tipo correlacional, por tratar-se de uma pesquisa descritiva que tem como delineamento básico coletar dados sobre duas ou mais variáveis nos mesmos sujeitos e explorar as associações existentes entre elas.

3.2 Sujeitos do estudo

A seleção dos participantes do presente estudo foi do tipo intencional não-probabilística, sendo compostas por 37 atletas de futebol, do sexo masculino, aparentemente saudáveis e sem nenhum tipo de lesão músculo-tendinosa. Todos os atletas faziam parte da categoria sub-12 (14 sujeitos) e sub-14 (23 sujeitos) de um clube de futebol profissional da cidade de Florianópolis. Os atletas da categoria sub-12 (grupo com faixa etária entre 10,0 e 12 anos) e sub-14 (grupo com faixa etária entre 12 e 14 anos) realizavam, respectivamente, 2 e 3 sessões de treinamento por semana, com duração

aproximada de 150min (2,5h). Todas as avaliações foram realizadas ao final da temporada competitiva, no mesmo período do dia (vespertino) para os testes laboratoriais e de campo, respectivamente. Além disso, os atletas foram instruídos a se ausentarem de qualquer programa de exercício físico extenuante nas 48h precedentes as avaliações de campo, não consumirem nenhum tipo de bebida contendo cafeína durante as 8h anteriores ao teste e realizarem uma refeição adequada por no mínimo 3h antes do teste físico. Foi permitida somente a ingestão de água *ad libitum*.

Previamente a todas as avaliações, o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi recebido de todas as crianças e pais e/ou responsáveis, após uma breve explicação por escrito do desenho experimental e dos potenciais riscos envolvidos no estudo. O TCLE foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sob o nº 2004.

3.3 Instrumentos de medida

3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas

Foram realizadas medidas de massa corporal utilizando-se uma balança eletrônica marca Toledo® com precisão de 0,1kg. A estatura e estatura tronco-encefálica foram determinadas com um estadiômetro da marca Sanny® com precisão de 0,1cm. Para mensuração do percentual de gordura corporal (%GC) foram realizadas as medidas de espessuras das dobras cutâneas triéptica (TR), subescapular (SE) e panturrilha medial (PM), com um adipômetro científico com precisão de 0,1mm da marca Cescorf®.

3.3.2 Obtenção das variáveis maturacionais

Na obtenção da radiografia de punho e mão para a determinação da idade esquelética foram seguidos os procedimentos sugeridos por Roche *et al.* (1988), em que o avaliado deve colocar a mão esquerda em pronação, sobre a plataforma radiológica e a uma distância de 91.4 cm do tubo radiológico. Os dedos devem estar afastados e em extensão, com o terceiro dedo (dedo

médio) alinhado com o rádio e o cúbito. Antebraço, região palmar da mão e dedos devem estar em contato com o cassete que contém o filme. O feixe radiológico deve projetar-se na epífise do terceiro metacarpo.

Para a determinação das características sexuais secundárias (pelos pubianos), foram utilizados diferentes padrões fotográficos para identificar o estágio de desenvolvimento (de 1 a 6) em que o indivíduo se encontra. O volume testicular (VT) foi determinado a partir de um instrumento denominado Prader Orquidômetro. Este instrumento é constituído por uma cadeia de 12 grânulos de tamanhos crescentes numeradas de 1 a 25 ml.

3.3.3 Obtenção das variáveis fisiológicas a partir do T-CAR

A determinação da FCmax foi realizada por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar®.

3.4 Coleta de dados

3.4.1 Protocolos Laboratoriais

3.4.1.1 Avaliação Antropométrica

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos por Petroski (2003). Foram realizadas medidas de massa corporal, estatura e estatura tronco-encefálica. A partir da diferença entre os valores obtidos para estatura e estatura tronco-encefálica foi realizada a estimativa do comprimento de membros inferiores. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da divisão da massa corporal pela estatura ao quadrado. O percentual de gordura corporal foi determinado a partir da equação ($\%GC = 0,735 \times (TR + PM) + 1,0$) proposta por Slaughter et al. (1988) para crianças e adolescentes na faixa etária de 8 a 17 anos.

3.4.1.2 Avaliação Maturacional

Maturação Esquelética

Para a avaliação da maturação esquelética foi utilizado raio-x de mão e punho esquerdo e a idade esquelética foi obtida a partir do método de Greulich e Pyle (1959). Este método consiste em comparar, de modo mais aproximado possível, a radiografia de mão e punho da criança que está sendo avaliada com um atlas de radiografias-padrão que correspondem em níveis sucessivos de maturação esquelética em idades cronológicas específicas. A idade biológica da criança é a idade identificada como típica na radiografia-padrão que coincida com a radiografia da criança avaliada (MALINA e BOUCHARD, 2002).

Classificação da maturação esquelética

Conforme tem sido verificado nos estudos de Malina et al. (2010) os sujeitos do presente estudo foram classificados em diferentes categorias de estágio maturacional baseada na diferença entre a idade esquelética e a idade cronológica (calculada por meio da diferença entre a data de nascimento e a data da avaliação radiográfica):

- Atrasado (*delayed/late mature*) = idade esquelética inferior à idade cronológica em mais de 1 ano.
- Normal (*on time/average*) = idade esquelética dentro da amplitude de ± 1 ano em relação à idade cronológica.
- Avançado (*advanced/early mature*) = idade esquelética superior à idade cronológica em mais de 1 ano.

Maturação Sexual

De acordo com os índices padronizados por Tanner (1962), a maturação sexual foi determinada a partir do desenvolvimento das características sexuais secundárias (pelos pubianos), classificando os indivíduos em estágios de 1 a 6, de acordo com os padrões fotográficos de somatotipo de crianças despidas. Tais avaliações indicam o estágio específico de desenvolvimento dos pelos pubianos que está evidente no tempo do exame clínico, e não permite uma estimativa do início de, ou entrada em, cada estágio. Além disso, o volume testicular (VT) dos atletas também foi determinado. O exame foi realizado em todos os sujeitos pelo mesmo avaliador/examinador (médica pediatra).

Classificação da maturação sexual

De acordo com os critérios adotados por Malina et al. (2004), os atletas foram categorizados em três diferentes grupos maturacional de acordo com o seu estágio puberal:

- Pré-púberes = sujeitos classificados no estágio 1 de Tanner para o desenvolvimento dos pelos pubianos (P1);
- Púberes = sujeitos classificados no estágio 2, 3 e 4 de Tanner para o desenvolvimento dos pelos pubianos (P2, P3 e P4);
- Pós-púberes = sujeitos classificados no estágio 5 e 6 de Tanner para o desenvolvimento dos pelos pubianos (P5 e P6).

3.4.2 Protocolo de Campo

3.4.2.1 Teste Incremental Intermitente de Campo (T-CAR)

Anteriormente ao início das avaliações, todos os sujeitos receberam explicações detalhadas acerca do protocolo do teste, bem como passaram por um período de familiarização em situação real de campo para se adaptarem as intensidades de trabalho impostas durante o T-CAR.

Para verificar a reprodutibilidade do T-CAR foram realizados dois testes em dias diferentes, com um intervalo máximo de 5 dias entre teste e reteste, no mesmo período do dia (vespertino).

O T-CAR é um teste incremental máximo, do tipo intermitente escalonado, com multi estágios de 90 segundos de duração em sistema “ida-e-volta”, constituído por 5 repetições de 12 segundos de corrida (distância variável), intercaladas por 6 segundos de caminhada (± 5 metros). O ritmo é ditado por um sinal sonoro (bip), em intervalos regulares de 6 segundos, que determinam a velocidade de corrida a ser desenvolvida nos deslocamentos entre as linhas paralelas que estão 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 15m) 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 pode ser visualizado no esquema ilustrativo apresentado na figura 1. Quando o atleta for incapaz de completar o último estágio, a correção do pico de velocidade (PV) será baseada na equação de Kuipers et al. (1985): $PV (\text{km}\cdot\text{h}^{-1}) = v + [(nv/10)*0,6]$: onde “v” é a velocidade de corrida do último estágio completado, “nv” é o número de voltas no estágio incompleto, “10” é o total de número de voltas (correndo) no estágio e “0,6” é o incremento de velocidade.

O teste foi considerado encerrado quando o próprio atleta sentiu-se incapaz para completar os próximos estágios na velocidade programada (avaliação subjetiva) ou quando os avaliadores observavam que os atletas falhavam em atingir a linha de referência de partida e chegada ao mesmo tempo do sinal sonoro por duas vezes consecutivas (avaliação objetiva) (CASTAGNA et al., 2006a). A partir do desempenho durante o teste foi possível determinar a FCmax atingida pelo atleta, bem como o PV (maior velocidade alcançada pelo atleta durante o teste). Os testes foram realizados no mesmo local onde os atletas realizavam suas sessões de treinamento diárias.

Para comparar a influência da maturação biológica sobre o PV atingido durante o T-CAR, o score do PV foi apresentado a partir da melhor performance alcançada pelos atletas na situação de teste ou reteste.

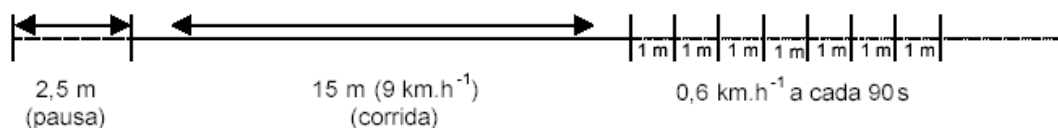


Figura 1 - Visualização do esquema do teste intermitente TCAR

3.5 Análise estatística

A massa corporal e estatura de cada jogador foram plotados em relação ao gráfico da curva de crescimento dos Estados Unidos da América (Centers for Disease Control and Prevention, 2000) para caracterizar o padrão de crescimento dos mesmos.

O programa *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS 15.0 for Windows) foi utilizado para realização da análise estatística. Foi empregada a análise descritiva (média e desvio-padrão) para a amostra total ($n=37$) e grupos etários (sub-14 e sub-12) com o objetivo de apresentar os valores referentes aos testes realizados, seguido do teste de *Shapiro-Wilk* ($n<50$) para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância ANOVA *oneway* foi utilizada para comparar a diferença entre os índices fisiológicos obtidos no T-CAR (PV) e as variáveis referentes à antropometria e maturação biológica dos atletas classificados nos diferentes estágios maturacionais esqueléticos, seguido do teste *post-hoc* de *Tukey*.

Para verificar a reprodutibilidade do PV e FCmax (associação entre teste e reteste) atingida durante o T-CAR foram utilizados o coeficiente de correlação intraclasse (CCI), 95% do intervalo de confiança (95% IC), erro típico de medida (ETM), coeficiente de variação do ETM (ETM_{CV}) de acordo com as recomendações de Hopkins (2000). A magnitude dos coeficientes de correlação foi considerada como: trivial ($r < 0.1$), pequeno ($0.1 > r < 0.3$), moderado ($0.3 > r < 0.5$), alto ($0.5 > r < 0.7$), muito alto ($0.7 > r < 0.9$), quase perfeito ($r > 0.9$) e perfeito ($r = 1$). Em todos os testes estatísticos foi adotado um nível de significância de 5 %.

4. RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os valores médios e desvio padrão para a idade e características antropométricas das categorias etárias analisadas e amostra total.

Tabela 1. Estatística descritiva (média e desvio padrão) para a idade e características antropométricas de jovens brasileiros jogadores de futebol por categoria etária (sub-12 e sub-14) e amostra total.

Variável	Sub-12 (n=14)	Sub-14 (n=23)	Amostra total (n=37)
IC (anos)	11,4±0,5	13,3±0,5	12,5±1,1
IE (anos)	10,6±1,6	13,5±1,5	12,4±2,0
MC (kg)	34,7±4,5	48,7±10,5	43,4±11,1
Estatura (cm)	143,2±4,2	157,7±9,8	152,2±10,8
ETE (cm)	74,3±2,2	81,4±5,0	78,7±5,4
CMI (cm)	68,9±2,4	76,3±5,3	73,5±5,7
%GC	16,5±4,7	16,8±4,6	16,7±4,6
IMC (kg/m ²)	16,9±1,7	19,37±2,2	18,4±2,4

Nota: IC – idade cronológica; IE – idade esquelética; MC – massa corporal; ETE – estatura tronco encefálica; CMI – comprimento de membros inferiores; %GC – percentual de gordura corporal; IMC – índice de massa corporal.

Na Figura 1 e 2 estão plotados, respectivamente, os valores de massa corporal e estatura para jovens atletas de futebol (10 a 13 anos) a partir dos valores de referências para a curva de crescimento de meninos norte-americanos. No grupo sub-12, observa-se que a maior parte dos atletas se encontram, sobre ou abaixo, do P50 (mediana) para ambas as variáveis. Diferentemente do grupo sub-12, os atletas da categoria sub-14 apresentam maior heterogeneidade referente à distribuição da massa corporal e estatura, visto que, para este grupo os valores oscilam claramente entre o P10 e P95.

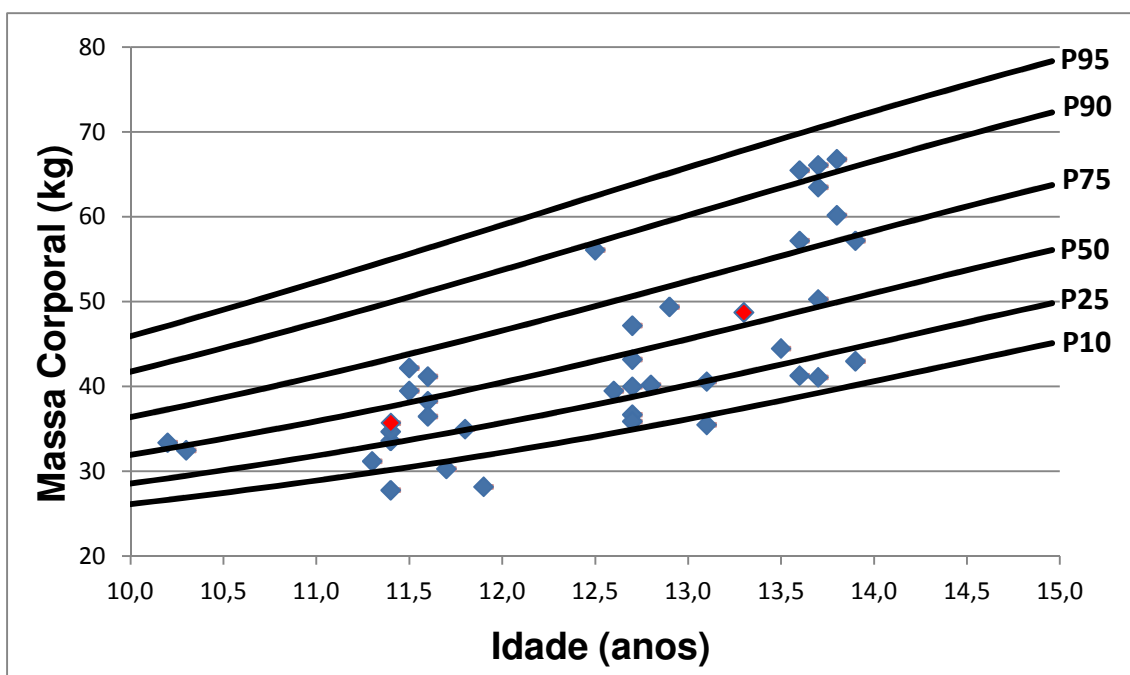


Figura 1. Massa corporal dos jovens brasileiros jogadores de futebol plotados sobre a curva de crescimento baseada nas referências percentilicas para meninos americanos (CDC, 2000). Os dois pontos vermelhos representam a média da massa corporal para os grupos sub-12 e sub-14.

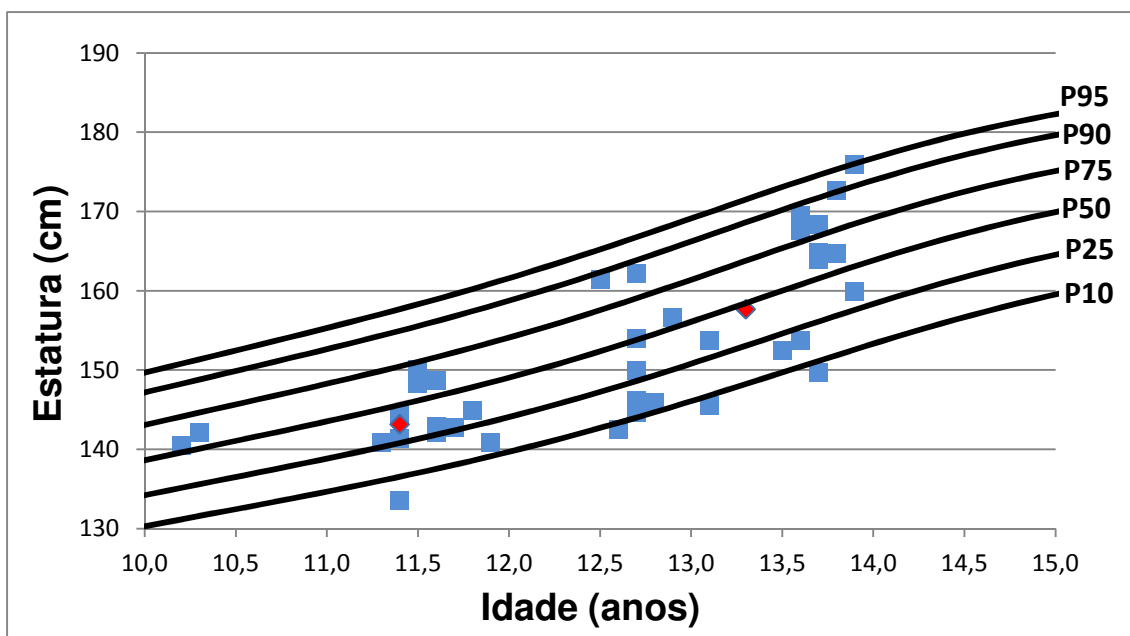


Figura 2. Estatura dos jovens brasileiros jogadores de futebol plotados sobre a curva de crescimento baseada nas referências percentilicas para meninos americanos (CDC, 2000). Os dois pontos vermelhos representam a média da estatura para os grupos Sub-12 e Sub-14.

Na tabela 2 é apresentada a distribuição dos atletas de acordo com a classificação maturacional esquelética dentro dos dois grupos etários e também para a amostra total. Entre os atletas do grupo sub-12, 6 foram classificados como atrasados (43%), 5 estão normais (36%) e 3 estão adiantados (21%) para a maturação esquelética, enquanto para o grupo sub-14, somente 2 atletas estão atrasados (9%), 16 estão normais (69%) e 5 estão adiantados (22%) na maturação esquelética. Analisando a amostra total, 8 atletas estão atrasados (22%), 21 estão normais (56%) e 8 estão adiantados (22%).

A distribuição dos estágios de desenvolvimento dos pelos pubianos de acordo com a classificação sugerida por Tanner (1962) também é sumarizada na Tabela 2. No grupo sub-12, a maioria dos atletas estão na fase pré-púberes (79%). Diferentemente, do grupo sub-14 no qual a maior parte dos atletas está na fase púbere (83%), seguido da fase pós-púbere (13%). Para amostra total, 32% dos atletas são classificados como pré-púberes (P1), enquanto 59% e 8% dos outros atletas são classificados como púberes e pós-púberes, respectivamente.

Tabela 2. Distribuição de jovens jogadores de futebol por meio da classificação maturacional esquelética e sexual por grupos etários (sub-12 e sub-14) e amostra total.

	Classificação da Maturação Esquelética		
	Atrasado	Normal	Adiantado
	n (%)	n (%)	n (%)
Sub-12	6 (43%)	5 (36%)	3 (21%)
Sub-14	2 (9%)	16 (69%)	5 (22%)
Amostra total	8 (22%)	21 (56%)	8 (22%)

	Classificação da Maturação Sexual		
	Pré-Púberes	Púberes	Pós-Púberes
	n (%)	n (%)	n (%)
Sub-12	11 (79%)	3 (21%)	0 (0%)
Sub-14	1 (4%)	19 (83%)	3 (13%)

Amostra total	12 (32%)	22 (59%)	3 (8%)
---------------	----------	----------	--------

Na tabela 3 são apresentadas as comparações dos valores de idade cronológica, idade esquelética, diferença maturacional e volume testicular por grupo maturacional. Foram encontradas diferenças significativas para todas as variáveis entre os grupos maturacionais, exceto para os valores de idade cronológica.

Tabela 3. Comparação da idade cronológica (IC), idade esquelética (IE), diferença maturacional (IE-IC) e volume testicular entre os grupos maturacionais.

Variável	Classificação da Maturação Esquelética		
	Atrasado (n=8)	Normal (n=21)	Adiantado (n=8)
IC (anos)	11,8±1,0	12,8±1,0	12,6±1,1
IE (anos)	9,6±0,9 ^a	12,6±1,2 ^b	14,4±1,7
DM (anos)	-2,2±0,7 ^a	-0,1±0,5	1,7±0,8
VT (ml)	4±3 ^c	10±7 ^d	17±9

Nota: IC – idade cronológica; IE – idade esquelética; DM – diferença maturacional; VT – volume testicular.

^a p≤0,0001 em relação ao normal e adiantado; ^b p≤0,01 em relação ao adiantado; ^c p≤0,001 em relação ao adiantado; ^d p≤0,05 em relação ao adiantado.

Na Tabela 4 são apresentadas as comparações dos valores referentes às variáveis de tamanho e composição corporal por grupo maturacional. Como pode ser visualizado na tabela abaixo, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para todas as variáveis antropométricas entre os grupos maturacionais, exceto para o percentual de gordura corporal.

Tabela 4. Comparação das variáveis antropométricas entre os grupos maturacionais.

Variável	Classificação da Maturação Esquelética		
	Atrasado (n=8)	Normal (n=21)	Adiantado (n=8)
MC (kg)	32,8±4,5 ^{ab}	44,0±9,1	52,4±12,5
Estatuta (cm)	143,0±5,6 ^c	153,5±10,4	158,0±10,8
ETE (cm)	74,1±3,0 ^c	79,3±5,0	81,7±5,8

CMI (cm)	68,9±2,7 ^c	74,2±5,8	76,3±5,3
%GC	14,7±5,00	16,9±4,7	17,9±3,5
IMC (kg/m ²)	15,9±1,1 ^{db}	18,5±1,8 ^e	20,7±2,3

Nota: MC – massa corporal; ETE – estatura tronco-encefálica; CMI – comprimento de membros inferiores; ETE_{Razão} – razão estatura tronco-encefálica; %GC – percentual de gordura corporal; IMC – índice de massa corporal.

^a p≤0,05 em relação ao normal; ^b p≤0,0001 em relação ao adiantado; ^c p≤0,05 em relação ao normal e adiantado; ^d p≤0,01 em relação ao normal; ^e p≤0,05 em relação ao adiantado.

Na figura 3 são apresentados os valores de pico de velocidade (PV) de cada grupo maturacional. Observa-se que não houve diferença estatisticamente significativa para os valores de PV ($p>0,05$) entre os grupos maturacionais esqueléticos ($14,4\pm0,7$ vs. $14,7\pm1,1$ vs. $14,3\pm0,9$ km.h⁻¹, para o grupo atrasado, normal e adiantado, respectivamente).

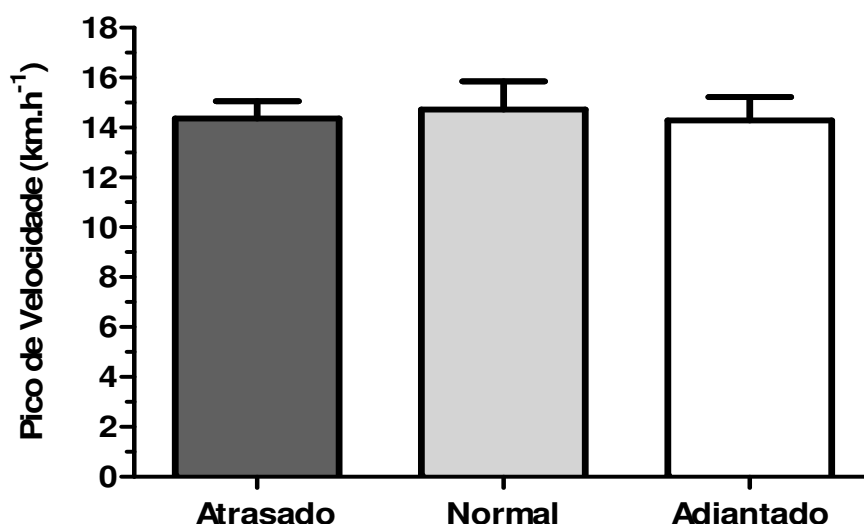


Figura 3. Comparação dos valores de pico de velocidade (PV) entre os grupos maturacionais esqueléticos.

Na Tabela 5 são apresentados os valores médios e desvio padrão das variáveis fisiológicas (PV e FCmax) obtidas na performance do T-CAR para as categorias etárias sub-12 e sub-14, e amostra total. Não foram observadas diferenças significativas ($p>0,05$) para os valores de PV e FCmax atingidos no T-CAR entre a situação de teste e reteste para a amostra total e categorias etárias exploradas.

Tabela 5. Estatística descritiva (média e desvio padrão) das variáveis fisiológicas obtidas a partir do T-CAR para a amostra total e categorias etárias (sub-12 e sub-12) de jovens brasileiros jogadores de futebol.

Variável	Sub-12 (n=14)	Sub-14 (n=23)	Amostra total (n=37)
PV _{1(teste)} (km.h ⁻¹)	13,7±1,0	14,6±0,9	14,2±1,0
PV _{2(reteste)} (km.h ⁻¹)	13,8±1,1	14,7±1,0	14,4±1,1
FCmax _{1(teste)} (bpm)	205±8	201±10	203±9
FCmax _{2(reteste)} (bpm)	204±9	199±9	201±10

Nota: PV_{1(teste)} – pico de velocidade atingido no primeiro T-CAR realizado; PV_{2(reteste)} – pico de velocidade atingido no segundo T-CAR realizado; FCmax_{1(teste)} – frequência cardíaca máxima atingida no primeiro T-CAR realizado; FCmax_{2(reteste)} – frequência cardíaca máxima atingida no segundo T-CAR realizado.

Na Figura 4 estão apresentados os valores de correlação intraclasse, 95% do intervalo de confiança, erro típico de medida e o coeficiente de variação do ETM encontrado para o PV no T-CAR.

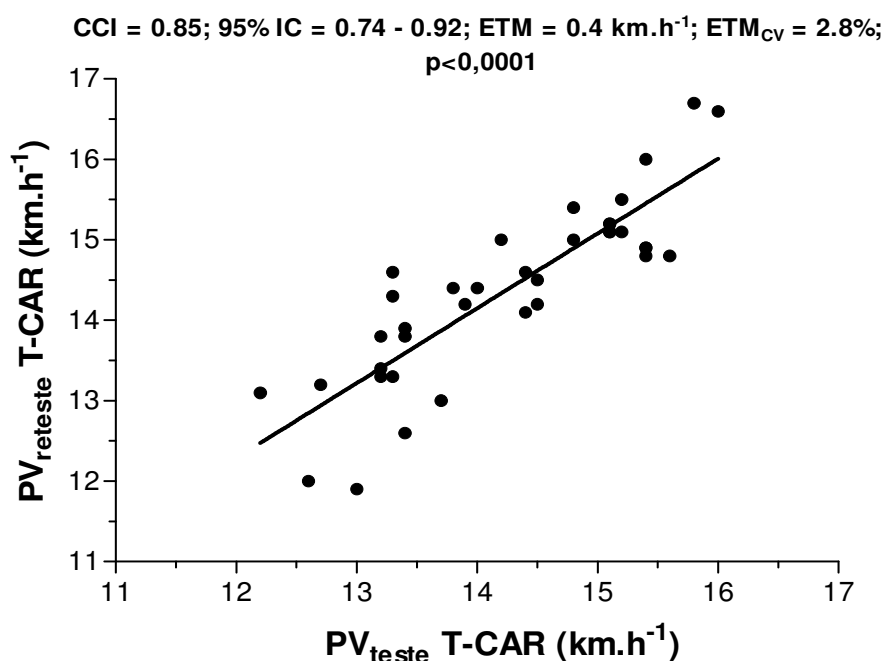


Figura 4. Relação entre o PV atingido no T-CAR durante o teste e reteste.

Nota: CCI = coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC = 95% do intervalo de confiança; ETM = erro típico de medida; ETM_{CV} = coeficiente de variação do ETM.

Na Figura 5 estão apresentados os valores de correlação intraclasse, 95% do intervalo de confiança, erro típico de medida e o coeficiente de variação do ETM encontrado para a FCmax atingida no T-CAR.

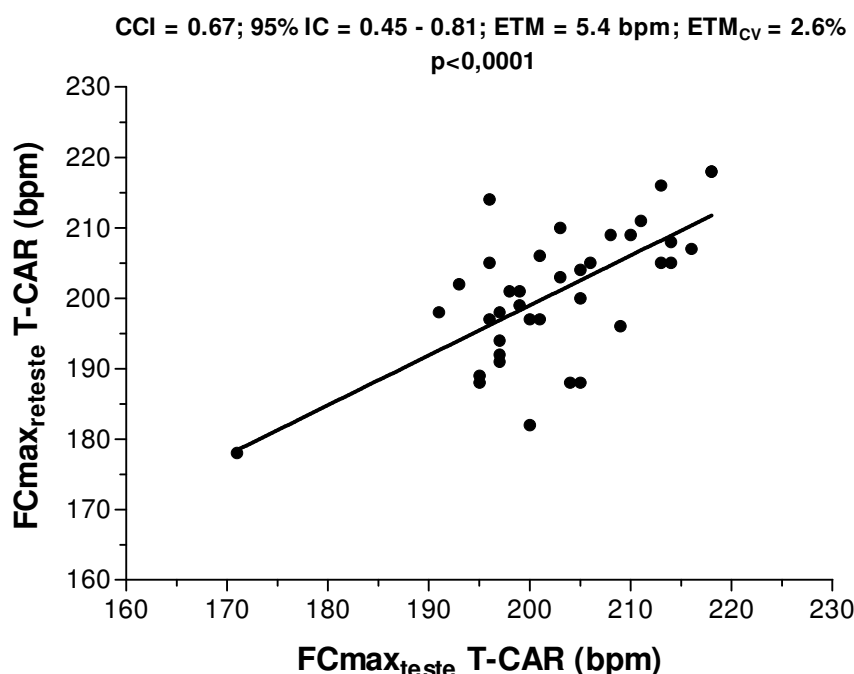


Figura 5. Relação entre a FCmax alcançada no T-CAR durante o teste e reteste.

Nota: CCI = coeficiente de correlação intraclasse; 95% IC = 95% do intervalo de confiança; ETM = erro típico de medida; ETM_{CV} = coeficiente de variação do ETM.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivos principais verificar a reprodutibilidade do T-CAR em jovens atletas de futebol, assim como verificar a influência da maturação biológica sobre o PV atingido no T-CAR. Entre os achados mais importantes do estudo destacam-se a alta reprodutibilidade do PV em crianças (Figura 4) e a ausência de diferenças significativas para os valores de PV entre os três diferentes grupos maturacionais esqueléticos (Figura 3). Os resultados encontrados nessa amostra (atual estudo) sugerem que a maturação biológica não exerce influência no desempenho aeróbio (PV no T-CAR) de jovens jogadores de futebol de 10 a 13 anos, em sua maioria

pré-púberes (P1; 32%) e púberes (P2, P3 e P4; 59%), durante a realização do T-CAR.

Na última década, foram desenvolvidas inúmeras pesquisas, principalmente em países Europeus, com o propósito de esclarecer as potenciais interações entre o processo de crescimento, maturação biológica e performance física durante a formação de jovens atletas de futebol, as quais muitas vezes são negligenciadas pelos profissionais que trabalham diretamente com o futebol (HANSEN et al., 1999; MALINA et al., 2000; MALINA et al., 2004; FIGUEIREDO et al., 2010). Por outro lado, no Brasil, embora o futebol seja também um esporte amplamente difundido, as informações diante da comunidade científica a respeito das variações associadas ao processo de maturação biológica sobre o crescimento e capacidade funcional de jovens brasileiros jogadores de futebol ainda são limitadas (CUNHA et al., 2011; CUNHA et al., 2008).

As observações da curva de crescimento para massa corporal e estatura desta amostra de jovens brasileiros jogadores de futebol indica que o grupo mais jovem (11,4 anos), em média, está abaixo do P50 (mediana). Diferentemente destes achados, Malina et al. (2000) encontraram que a estatura e a massa corporal de jogadores portugueses entre 11 e 12 anos, em média, estão sobre o P50. No entanto, com o aumento da idade cronológica, parece existir maior similaridade na distribuição da curva de crescimento de jogadores brasileiros comparado aos jovens portugueses. Essa afirmação é fundamentada pelos valores médios de massa corporal e estatura estarem, respectivamente, acima e sobre o P50 para os jogadores do sub-14 do presente estudo (13,3 anos) e atletas portugueses (13,6 anos) avaliados no estudo de Malina et al. (2000).

Além desta tendência de jogadores mais velhos (13 anos em diante) apresentarem maior massa corporal em relação à estatura (Figura 1 e 2), os achados do presente estudo para a maturação esquelética e sexual são consistentes com outros estudos para jogadores de futebol portugueses (FIGUEIREDO et al., 2009a; FIGUEIREDO et al., 2009b), espanhóis (MALINA et al., 2010) e mexicanos (PEÑA REYES et al., 1994).

Para o grupo mais jovem (sub-12), a maior parte dos atletas foram classificados no estágio P1 (79%), enquanto para o grupo sub-14, 83% e 13%

dos 23 atletas se encontram distribuídos entre os estágios P2-P4 (púberes) e P5-P6 (pós-púberes), respectivamente (Tabela 2). Isso sugere que mais de 3/4 dos atletas do grupo sub-12 ainda passarão pela puberdade, diferentemente do grupo sub-14 que aproximadamente 3/4 e 1/4 dos atletas estão se encaminhando ou já alcançaram a maturidade sexual. Estes resultados estão de acordo, com os estudos de Figueiredo et al. (2009a) que também encontraram, respectivamente, para jovens jogadores de futebol europeus (13-14 anos) uma distribuição relativa similar, porém um pouco acima comparada ao nossos resultados, de 96% e 4% para os atletas classificados nos estágios P2-P4 e P5 de Tanner, respectivamente. Interessantemente, estes resultados, até então, sugerem uma tendência de maior representatividade numérica a favor de jogadores mais avançados no processo de maturação sexual nas equipes de base de clubes profissionais de futebol conforme ocorra o aumento da idade cronológica e especialização esportiva.

Esta mesma tendência seletiva pode também ser visualizada para a maturação esquelética destes jovens jogadores de futebol (Tabela 2). Embora a amostra do presente estudo seja menos representativa comparada aos trabalhos supracitados, encontrou-se que 43%, 36% e 21% dos atletas do grupo sub-12 estão, respectivamente, atrasados, normais e adiantados para a maturação esquelética. Em contrapartida, Malina et al. (2010) em um grupo de 40 jogadores espanhóis e 592 jogadores portugueses entre 11 e 16 anos encontraram que a maior frequência relativa e absoluta com relação a categoria maturacional esquelética destes atletas, apresentavam a seguinte estratificação: normal (57%) > adiantado (35%) > atrasado (8%). No entanto, estes mesmos achados do estudo de Malina et al. (2010), embora não sejam similares para o grupo sub-12, mostram semelhanças para a distribuição dos atletas do sub-14 no que diz respeito a maturação esquelética. A maior parte dos atletas da categoria sub-14 se enquadra na categoria normal (69%), seguido pelos grupos adiantados (22%) e atrasados (9%). Logo, percebe-se que, assim como ocorre em crianças e adolescentes jogadores de futebol na Europa (MALINA et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2009b; MALINA et al., 2004; MALINA et al., 2000), jovens atletas brasileiros que estão atrasados seja na maturação esquelética ou sexual são automaticamente “excluídos/eliminados”

por treinadores e/ou coordenadores técnicos durante o processo de seleção e formação de jovens talentos.

Além disso, as variações no tamanho corporal associadas com o estado maturacional dos jovens brasileiros jogadores de futebol foram similares aos de adolescentes portugueses atletas de futebol (FIGUEIREDO et al., 2009b; FIGUEIREDO et al., 2010), uma vez que os meninos avançados na maturação esquelética são visivelmente mais altos e pesados (Tabela 4), bem como mais maduro sexualmente (VT) (Tabela 3) comparados aos atletas normais e atrasados.

Obviamente, que dentro de um grupo de atletas com a mesma idade cronológica, os jogadores que estão avançados para a maturação biológica tendem a realizar um melhor desempenho físico em tarefas que exijam força muscular, velocidade e resistência aeróbia quando comparado aos meninos classificados como atrasados no processo maturacional (MALINA et al., 2004).

Estas diferenças de performances são mais aparentes, principalmente, entre os 13 e 16 anos (MUJKA et al., 2009; MALINA et al., 2004). No entanto, esta superioridade física por parte dos atletas que estão adiantados no processo maturacional, não parece se confirmar quando são analisadas a performance de jovens atletas (11,0 a 14,9 anos) classificados como atrasado, normal e adiantado para a maturação esquelética em diferentes habilidades técnicas (passe, controle de bola e dribles em velocidade) específicas do futebol (FIGUEIREDO et al., 2009b). Portanto, na maioria das vezes, os treinadores parecem optar por jogadores mais maduro fisicamente nesta fase de adolescência, por acreditarem que estes atletas mais altos e com maiores volumes musculares podem apresentar melhores performance em algumas situações de jogo como, por exemplo, disputa de bola pelo alto, sprints, arrancadas e confronto corporal (FIGUEIREDO et al., 2010).

No presente estudo, os atletas foram avaliados durante a realização do teste de campo intermitente T-CAR para determinação da potência aeróbia máxima a partir do PV. Este teste de campo tem apresentado evidências de validade e reprodutibilidade consistentes para jogadores de futebol (FERNANDES DA SILVA et al., 2011b; DITTRICH et al., 2011). Sendo assim, por se tratar de jovens atletas com a idade cronológica variando entre 10 e 14 anos, surgiu o interesse em investigar também se a maturação biológica

poderia contribuir ou influenciar a performance destes atletas submetidos a realização do T-CAR. Em decorrência do baixo número de sujeitos por categorias etárias (n= 14 e 23 para o grupo sub-12 e sub-14, respectivamente), a análise estatística concentrou-se somente na amostra total (n=37) do estudo.

Recentemente, Fernandes da Silva et al. (2011b) por meio de uma análise de regressão múltipla mostraram que 78% dos valores PV no T-CAR, em adultos, pode ser explicado em conjunto por índices aeróbio ($VO_2\text{max}$ e $vVO_2\text{max}$) e anaeróbio (tempo médio - TM). Portanto, em jovens adolescentes, esses índices aeróbios e anaeróbios possivelmente também explicam as variações em torno dos valores de PV alcançado no T-CAR. Tendo em vista que adolescentes (10 a 15 anos) adiantados na maturação biológica apresentam maiores valores de potência aeróbia ($VO_2\text{max}$ e $vVO_2\text{max}$) (MACHADO et al., 2007) e uma capacidade anaeróbia (tempo médio - TM) mais desenvolvida (MUJKA et al., 2009) em relação ao grupo atrasado, esperava-se que fossem encontradas diferenças de performance significativas no T-CAR entre os grupos maturacionais esqueléticos do presente estudo. Em contrapartida, verificou-se que os valores de PV (14,4 vs. 14,7 vs. 14,3km.h⁻¹, para atrasados, normais e avançados, respectivamente; $p>0,05$) entre os grupos maturacionais esqueléticos (Figura 3) não sofreram interferências do processo de maturação biológica. Desta forma, acredita-se que esse resultado possa ser explicado em parte pela baixa capacidade e potência anaeróbia de adolescentes no início da puberdade (MACHADO et al., 2007) e pelas sessões regulares de treinamento juntamente ao período de crescimento em que os atletas se encontram (próximo ao pico de velocidade em estatura - PVE). Bergman et al. (2007) durante um estudo longitudinal de 4 anos observaram que o *timing* do PVE para 35 jovens escolares brasileiros, do sexo masculino, da região sul do país (RS) ocorreu, em média, dos 12 para os 13 anos. Por sua vez, esse período do PVE (entre 12 e 13 anos) para meninos brasileiros é similar a idade cronológica do grupo do presente estudo (Tabela 1). Neste sentido, embora seja uma limitação do presente estudo não poder determinar o período em que ocorre o PVE, por se tratar de um estudo transversal, acredita-se que alguns destes jovens atletas estão ou passarão ainda pelo PVE. Somado a este marco biológico (estirão do crescimento), a intensidade das sessões de treinamento em conjunto com os jogos regulares ao qual os atletas

são submetidos durante a temporada competitiva, podem efetivamente contribuir para o desenvolvimento e melhoria da potência aeróbia máxima destes atletas durante o início e meio da adolescência (BUCHHEIT et al., 2010; ROHDE e ESPERSEN, 1988), reduzindo assim as diferenças de performance entre os jogadores nos extremos da classificação maturacional esquelética. Esta hipótese é baseada, principalmente nos resultados de estudos longitudinais com crianças europeias (PHILIPPAERTS et al., 2006; GHEITNER et al., 2004) que apontam que simultaneamente ao momento em que ocorre o PVE é também o período de maior sensibilidade para o desenvolvimento da potência aeróbia máxima.

Por último, Figueiredo et al. (2009a) ainda sugerem um papel importante dos menores valores de massa corporal encontrados para os atletas atrasados na maturação esquelética comparado ao avançados para uma melhor performance nos testes de campo (YYIET, YYIRT, 20-MSRT, T-CAR) que tenham por objetivo avaliar a potência aeróbia máxima de jogadores de futebol no início da adolescência. Portanto, os menores valores de massa corporal visualizados no presente estudo para os atletas atrasados no processo maturacional em relação ao grupo adiantado (Tabela 4), pode também ser mais uma variável explicativa para similaridade dos valores de PV entre os grupos maturacionais durante o T-CAR.

Como mencionado anteriormente, os jovens atletas (12,5 anos) do presente estudo eram submetidos a sessões de treinamento semanais regulares (2-3 vezes). Durante a performance no T-CAR, os valores do PV para a amostra total foram correspondentes a 14,2 e 14,4km.h⁻¹ na situação de teste e reteste, respectivamente. Em contrapartida, Williford et al. (1999) relataram menores valores de PV para a performance de 13 jogadores de futebol altamente treinados ($VO_{2max} = 56.83 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), do sexo masculino, com idade média de 12,6 anos durante a realização do 20-MSRT quando comparado ao teste incremental conduzido em esteira ergométrica. Neste estudo foram encontrados valores de PV correspondentes a 13,2 vs. 14,1km.h⁻¹, respectivamente, para o teste de campo e laboratorial. Os autores concluíram que o PV determinado durante o 20-MSRT não é uma medida confiável para avaliar a máxima velocidade aeróbia ($V_{a_{max}}$) de crianças, uma vez que foram encontradas diferenças significativas entre o PV determinado no

20-MSRT e no teste de laboratório, subestimando assim a $V_{a_{max}}$. Da mesma forma, a comparação dos resultados do presente estudo com os achados de Williford et al. (1999), embora sejam limitadas, parecem também evidenciar menores valores de PV para a performance no 20-MSRT em atletas bem treinados quando comparado ao T-CAR.

Os valores de PV e FCmax determinados durante o T-CAR na situação de teste e reteste, quando comparados, não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) para a categoria sub-12 (pré-mirim) e sub-14 (mirim) (Tabela 5). Consequentemente, a mesma tendência foi visualizada para os valores de PV e FCmax da amostra total (valores agrupados).

Este é o primeiro estudo a relatar a reprodutibilidade do teste de campo intermitente T-CAR para adolescentes atletas de futebol. Os resultados de reprodutibilidade (teste-reteste) para os valores de PV da amostra total reforçam a consistência deste índice de performance para a determinação da potência aeróbia máxima em jovens jogadores de futebol entre 10 e 13 anos, como mostrado na Figura 4 e 5, respectivamente. Esta afirmação pode ser fundamentada pela similaridade com os resultados de reprodutibilidade para avaliação da aptidão aeróbia por meio da distância percorrida no Yo-Yo Intermittent Recovery Test (YYIRT) (CCI = 0.92; CV = 3.8%) e no teste 20-MSRT de Leger e Lambert (CCI = 0.92; CV = 3.6%) para 18 adolescentes italianos (14,4 anos) jogadores de futebol, relatado no estudo de Castagna et al. (2010b). Além destas constatações, um recente estudo conduzido por Artero et al. (2011) após uma revisão sistemática observaram que os valores de CCI para o teste 20-MSRT apresentam uma variação entre 0.78 a 0.93 em crianças e adolescentes (8-18 anos). Da mesma forma, Figueiredo et al. (2009) em um estudo original mostraram altos coeficientes de reprodutibilidade ($r=0.88$) para a distância percorrida no Yo-Yo Intermittent Endurance Test (YYIET) em 159 jogadores de futebol entre 11 e 14 anos participantes da principal liga nacional organizada pela Federação Portuguesa de Futebol. Tendo em vista as semelhanças entre os achados dos estudos mencionados acima com os resultados do presente estudo, o PV determinado no T-CAR torna-se uma medida de performance com índices de reprodutibilidade consistentes para conjuntamente avaliar a potência aeróbia máxima de jovens atletas de futebol e nortear a prescrição das sessões de treinamento.

Paralelo a esses resultados, os valores de FCmax determinados durante o T-CAR, realizados em dois dias separados, apresentaram altos coeficientes de correlação intraclasse ($CCI = 0.67$) conforme sugerido por Hopkins et al. (2000), assim como obtiveram baixos coeficiente de variação ($ETM_{CV} = 2.6\%$) entre a situação de teste e reteste (Figura 5). Além disso, a FCmax (definida como acima de 95% da máxima predita pela idade) foram atingidas por 30 crianças (81%) durante os dois testes de campo intermitente T-CAR realizados. Estes altos valores de correlação intraclasse são similares aos achados relatados por McVeigh et al. (2005) em 33 crianças não-atletas (15 meninos e 18 meninas) referente aos valores de correlação ($r=0.69$) para a FCmax atingida durante a realização do teste 20-MSRT proposto por Leger et al. (1988), em duas ocasiões separadas. Desta forma, os achados do presente estudo, sugerem reprodutibilidade da FCmax durante a realização do teste T-CAR. Por exemplo, Matsuzaka et al. (2004) encontraram valores de FCmax correspondentes a 200bpm durante a realização do 20-MSRT para 22 meninos japoneses (11-13 anos), os quais são similares aos valores de FCmax encontrados no presente estudo nas duas situações (teste-reteste) em que o T-CAR foi realizado (Tabela 5).

Portanto, os altos índices de reprodutibilidade das variáveis fisiológicas determinadas no T-CAR, as performances similares no T-CAR independente do estado maturacional do atleta, o modelo intermitente, a facilidade de aplicação, o baixo custo e a possibilidade de avaliar vários atletas simultaneamente viabilizam a utilização do T-CAR nas fases iniciais da adolescência para predição da potência aeróbia máxima em jogadores de futebol. Além destas aplicações práticas, o T-CAR apresenta possibilidades reais de transferência do PV para a prescrição das sessões de treinamento em jovens atletas, enquanto que o YYIET, YYIRT e 20-MSRT exploram, principalmente, a distância percorrida, o que limita, em parte, tal transferência (FERNANDES DA SILVA et al., 2011a).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados encontrados, pode-se concluir que existe uma tendência na amostra do presente estudo para os jovens atletas atrasados na maturação esquelética ou sexual, principalmente a partir dos 13 anos, serem sub-representados nas equipes de base de clubes profissionais de futebol. Estes resultados sugerem que esportes como o futebol sistematicamente excluem os atletas atrasados, e favorecem atletas normais e adiantados no processo maturacional durante a adolescência conforme ocorra um aumento da idade cronológica e especialização esportiva.

Encontrou-se também que a performance no T-CAR para os jovens brasileiros jogadores de futebol (10-13 anos) do presente estudo foi independente do estado maturacional esquelético dos jogadores, tornando-se assim uma excelente ferramenta para auxiliar treinadores e preparadores físicos na seleção e desenvolvimento de jovens jogadores de futebol.

Além disso, o PV e a FCmax determinada no T-CAR possuem evidências de reprodutibilidade consistentes para crianças atletas de futebol no início e meio da adolescência, assegurando que os valores atingidos no T-CAR, em no mínimo duas situações distintas, apresentam correlações altas para a avaliação da potência aeróbia máxima.

7. REFERÊNCIAS

AHLER, T.; BENDIKSEN, M.; KRUSTRUP, P.; WEDDERKOPP, N. Aerobic fitness testing in 6- to 9- year- old children: reliability and validity of a modified Yo-Yo IR1 test and Andersen test. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 3, p. 871-876, 2012.

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, n. 3, p. 243-248, 1992.

ALI, A.; FARRALLY, M. Recording soccer players' heart rate during matches. **Journal of Sports Sciences**, v. 9, n. 2, p. 183-189, 1991.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; NEVILL, A. M.; KIRBY, B. J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 6, p. 2230-2236, 1999.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R. Development and aerobic fitness during childhood and adolescence. **Pediatric Exercise Science**, v. 12, n. 2, p. 128-149, 2000.

ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J.R. Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11- to 17- year- old humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 6, p. 546-551, 2001.

ARTERO, E. G.; ESPAÑA-ROMERO, V.; CASTRO-PIÑERO, J.; ORTEGA, F. B.; SUNI, J.; CASTILLO-GARZON, M. J.; RUIZ, J. R. Reliability of field-based fitness tests in young. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 3, p. 159-169, 2011.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, v. 26, n. 4, p. 217-238, 1998.

BANGSBO, J.; NØRREGAARD, L.; THORSØ, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sport Sciences**, v. 16, n. 2, p. 110-116, 1991.

BANGSBO, J.; LINDQUIST, F. Comparison of various exercise tests with endurance performance during soccer in professional players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 13, n. 2, p. 125-132, 1992.

BANGSBO, J. The physiology of soccer with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 151 (Suppl 619), p. 1-155, 1994.

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

BASSET, D. R. JR.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BAQUET, G.; BERTHOIN, S.; DUPONT, G.; BLONDEL, N.; FABRE, C.; VAN PRAAGH, E. Effects of high intensity intermittent training of peak VO₂ in prepubertal children. **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n. 6, p. 439-444, 2002.

BAQUET, G.; GAMELIN, F. X.; MUCCI, P.; THÉVENET, D.; VAN PRAAGH, E.; BERTHOIN, S. Continuous vs. interval aerobic training in 8- to 11- year- old children. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 5, p. 1381-1388, 2010.

BAXTER-JONES, A. D. G.; THOMPSON, A. M.; MALINA, R. M. Growth and maturation in elite young female athletes. **Sports Medicine and Arthroscopy Review**, v. 10, n. 1, p. 42-49, 2002.

BERGMANN, G. G.; BERGMANN, M. L. A.; LORENZI, T. D. C.; PINHEIRO, E. S.; GARLIPP, D. C.; MOREIRA, R. B.; MARQUES, A. C.; GAYA, A. C. A. Pico de velocidade em estatura, massa corporal e gordura subcutânea de meninos e meninas dos 10 aos 14 anos de idade. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 9, n. 4, p. 333-338, 2007.

BEUNEN, G.; MALINA, R. M. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 16, p. 503-540, 1988.

BEUNEN, G.; BAXTER-JONES, A. D. G.; MIRWALD, R. L.; THOMIS, M.; LEFREVE, J.; MALINA, R. M.; BAILEY, D. A. Intraindividual allometric developmental of aerobic power in 8- to 16- year- old boys. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 3, p. 503-510, 2002.

BILLAT, V.; GRATAS-DELAMARCHE, A.; MONNIER, M.; DELAMARCHE P.A test to approach maximal lactate steady-state in 12-year old boys and girls. **Archives of Physiology and Biochemistry**, v. 103, n. 1, p. 65-72, 1995.

BILLAT, V.; RENOUX, J. C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO_{2max} and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 69, n. 3, p. 271-273, 1994.

BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BILLAT, V.; LENSEL, G. Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vVO_{2max} and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 1, p. 27-33, 2001.

BUCHHEIT, M.; DELHOMEL, G.; AHMAIDI, S. Time-motion analysis of elite young French soccer players. **International Journal of Sports Science & Coaching**, 2008.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; SIMPSON, B. M.; BOURDON, P. C. Match running performance and fitness in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 11, p. 818-825, 2010.

CAPRANICA, L.; TESSITORE, A.; GUIDETTI, L.; FIGURA, F. Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 19, n. 6, p. 379-384, 2001.

CARMINATTI, L. J.; SILVA, A. E. L.; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão aeróbia em esportes intermitentes – evidências de validade de construto e resultados em teste progressivo com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 3, n. 1, p. 120-120, 2004.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 775–780, 2003.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; CHAMARI, K.; CARLOMAGNO, D.; RAMPININI, E. Aerobic fitness and Yo-Yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: a correlation study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 320–325, 2006a.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; BELARDINELLI, R.; ABT, G.; COUTTS, A.; CHAMARI, K.; D'OTTAVIO, S. Cardiorespiratory responses to Yo-Yo intermittent endurance test in non elite youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 2, p. 326–330, 2006b.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; CECCHINI, E.; RAMPININI, E.; BARBERO ALVAREZ, J. C. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1959–2009, 2009.

CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F. M.; MANZI, V.; DITROILO, M. The assessment of maximal aerobic power with the multistage fitness test in young

women soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 6, p. 1488-1494, 2010a.

CASTAGNA, C.; MANZI, V.; IMPELLIZZERI, F. M.; WESTON, M.; BARBERO ALVAREZ, J. C. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3227–3233, 2010b.

Centers for Disease Control and Prevention (2000) National Center for Health Statistics CDC growth charts: United States. Disponível em: <http://www.cdc.gov/growthcharts/>. Acesso em: 06 Junho 2012.

CHAMARI, K.; HACHANA, Y.; AHMED, Y. B.; GALY, O.; SGHAIER, F.; CHATARD, J-C.; HUE, O.; WISLØFF, U. Field and laboratory testing in young elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 2, p. 191-196, 2004.

CHAMARI, K.; MOUSSA-CHAMARI, I.; BOUSSAIDI, L.; HACHANA, Y.; KAOUECH, F.; WISLØFF, U. Appropriate interpretation of aerobic capacity: allometric scaling in adult and young soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 97-101, 2005.

CHIA, M.; AZIZ, A. R.; TAN, F.; CHUAN, T. K. Examination of the performance of youth soccer players in a 20-metre shuttle run test and a treadmill run test. **Advances in Exercise and Sports Physiology**, v. 11, n. 3, p. 95-101, 2005.

COOPER, S. M.; BAKER, J. S.; TONG, R. J.; ROBERTS, E.; HANFORD, M. The repeatability and criterion related validity of the 20-m multistage fitness test as a predictor of maximal oxygen uptake in active young men. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 5, p. e19, 2005.

CUNHA, G. S.; CÉLIA, F. G.; RIBEIRO, J. L.; DE OLIVEIRA, A. R. Effects of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory breakpoint of

Brazilian soccer players. **Gazzeta Medica Italiana – Archivio Per Le Scienze Mediche**, v. 167, n. 2, p. 43-49, 2008.

CUNHA, G. S.; DE OLIVEIRA, A. R. Aspectos físicos e fisiológicos do jovem jogador de futebol. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 7, n. 1, p. 29-36, 2008

CUNHA, G.; LORENZI, T.; SAPATA, K.; LOPES, A. L.; GAYA, A. C.; OLIVEIRA, A. Effect of biological maturation on maximal oxygen uptake and ventilatory threshold in soccer players: an allometric approach. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 10, p. 1029-1039, 2011.

CURREL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, v. 38, n. 4, 297-316, 2008.

DA SILVA, C. D.; IMPELLIZZERI, F. M.; NATALI, A. J.; DE LIMA, J. R. P.; FILHO, M. G. B.; GARCIA, E. S.; MARINS, J. C. B. Exercise intensity and technical demands of small-side games in young Brazilian soccer players: effect of number of players, maturation, and reliability. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 10, p.2746–2751, 2011.

DEKERLE, J.; BARON, B.; DUPONT, L.; VANVELCENAHER, J.; PELAYO, P. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3-4, p. 281-288, 2003.

DENADAI, B. S. **Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo**. In: Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Denadai BS (org.). Rio Claro: Motrix, 2000. p. 1-24.

DI SALVO, V.; BARON, R.; TSCHAN, H.; CALDERON MONTERO, F. J.; BACHL, N.; PIGOZZI, F. Performance characteristics according to playing

position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 222-227, 2007.

DI SALVO, V.; GREGSON, W.; ATKINSON, G.; TORDOFF, P.; DRUST, B. Analysis of high intensity activity in premier league soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 205-212, 2009.

DI SALVO, V.; BARON, R.; GONZÁLEZ-HARO, C.; GORMASZ, C.; PIGOZZI, F.; BACHL, N. Sprinting analysis of elite soccer players during European champions league and UEFA cup matches. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 14, p. 1489-1494, 2010.

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

FERNANDES DA SILVA, J.; DITTRICH, N.; GUGLIELMO, L. G. A. Avaliação aeróbia no futebol. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 5, p. 384-391, 2011.

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**, v. 29, n. 15, p. 1621-1628, 2011b.

FERNANDES-GONZALO, R.; DE SOUZA-TEIXEIRA, F.; BRESCIANI, G.; GARCÍA-LOPES, D.; HERNANDEZ-MURÚA, J. A.; JIMÉNEZ-JIMÉNEZ, R.; DE PAZ, J. A. Comparison of technical and physiological characteristics of prepubescent soccer players of different ages. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 7, p. 1790-1798, 2010.

FIGUEIREDO, A. J.; GONÇALVES, C. E.; COELHO E SILVA, J. M.; MALINA, R. M. Characteristics of youth soccer players who drop out, persist or move up. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 9, p. 883-891, 2009a.

FIGUEIREDO, A. J.; GONÇALVES, C. E.; COELHO E SILVA, J. M.; MALINA, R. M. Youth soccer players, 11-14 years: maturity, size, function, skill and goal orientation. **Annals of Human Biology**, v. 36, n. 1, p. 60-73, 2009b.

FIGUEIREDO, A. J.; COELHO E SILVA, J. M.; CUMMING, S. P.; MALINA, R. M. Size and maturity mismatch in youth soccer players 11- to 14- years- old. **Pediatric Exercise Science**, v. 22, n. 4, p. 596-612, 2010.

FLORIANO, L. T.; ORTIZ, J. G.; DE SOUZA, A. R.; LIBERALI, R.; NAVARRO, F.; CAL ABAD, C. C. Influência de uma temporada no pico de velocidade e no limiar anaeróbio de atletas de futebol. **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 1, n. 3, p. 259-269, 2009.

GEITHNER, C. A.; THOMIS, M. A.; EYNDE, B. V.; MAES, H. H. M.; LOOS, R. J. F.; PEETERS, M.; CLAESSENS, A. L. M.; VLIETINCK, R.; MALINA, R. M.; BEUNEN, G. P. Growth in peak aerobic power during adolescence. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 9, p. 1616-1624, 2004.

GREULICH, W. W.; PYLE, S. I. **Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist**. 2. ed. California: Stanford University Press, 1959. 254 p.

HANSEN, L.; BANGSBO, J.; TWISK, J.; KLAUSEN, K. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. **Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 3, p. 1141-1147, 1999.

HARLEY, J. A.; BARNES, C. A.; PORTAS, M.; LOVELL, R.; BARRET, S.; PAUL, D.; WESTON, M. Motion analysis of match-play in elite U12 to U16 age-group soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 13, p. 1391-1397, 2010.

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

HILL-HAAS, S. V.; ROWSELL, G. J., DAWSON, B. T.; COUTTS, A. J. Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-side training regime in youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 111-115, 2009.

HIROSE, N. Relationship among birth-month distribution, skeletal age and anthropometric characteristics in adolescent elite soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 11, p. 1159-1166, 2009.

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. 218-221, 2002.

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

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M.; CASTAGNA, C.; REILLY, T.; SASSI, A.; LAIA, F. M.; RAMPININI, E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 6, p. 483-492, 2006.

KALAPOTHARAKOS, V. I.; ZIOGAS, G.; TOKMAKIDIS, S. P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1502-1507, 2011.

KRAHENBUHL, G. S.; SKINNER, J. S.; KOHRT, W. M. Developmental aspects of maximal aerobic power in children. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 13, p. 503-538, 1985.

KRAHENBUHL, G. S.; WILLIAMS, T. J. Running economy: changes with age during childhood and adolescence. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 24, n. 4, p. 462-466, 1992.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, A.; PEDERSEN, P. K.; BANGSBO, J. The Yo-Yo intermittent recovery test: physiological response, reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, n. 4, p. 697-705, 2003.

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.

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

LEGER, L. A.; MERCIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, v. 6, n. 2, p. 93-101., 1988.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Velocidade de corrida associada ao consumo máximo de oxigênio em meninos de 10 a 15 anos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 1, p. 1-6, 2002.

MACHADO, F. A.; GUGLIELMO, L. G. A.; DENADAI, B. S. Effect of the chronological age and sexual maturation on the time to exhaustion at maximal aerobic speed. **Biology of Sport**, v. 24, n. 1, p. 21-30, 2007.

MAHON, A. D.; CHEATHAM, C. C. Ventilatory threshold in children: a review. **Pediatric Exercise Science**, v. 14, n. 1, p. 16-29, 2002.

MALINA, R. M. Physical growth and biological maturation of young athletes. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 22, p. 389-433, 1994.

MALINA, R. M.; PEÑA-REYES, M. E.; EISENMANN, J. C.; HORTA, L.; RODRIGUES, J.; MILLER, R. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 685-693, 2000.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C. **Atividade física do atleta jovem: do crescimento à maturação**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2002. 480 p.

MALINA, R. M.; EISENMANN, J. C.; CUMMING, S. P.; RIBEIRO, J.; AROSO, J. Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. **European Journal of Applied Physiology**, v. 91, n. 5-6, p. 555-562, 2004.

MALINA, R. M.; CUMMING, S. P.; KONTOS, A. P.; EISENMANN, J. C.; RIBEIRO, B.; AROSO, J. Maturity-associated variation in sport-specific skills of youth soccer players aged 13-15 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 23, n. 5, p. 515-522, 2005.

MALINA, R. M.; PEÑA-REYES, M. E.; FIGUEIREDO, A. J.; COELHO E SILVA, J. M.; HORTA, L.; MILLER, R.; CHAMORRO, M.; SERRATOSA, L.; MORATE, F. Skeletal age in youth soccer players: implication for age verification. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 20, n. 6, p. 469-474, 2010.

MATSUZAKA, A.; TAKAHASHI, Y.; YAMAZOE, M.; KUMAKURA, N.; IKEDA, A.; WILK, B.; BAR-OR, O. Validity of the multistage 20-m shuttle-run test for Japanese children, adolescents, and adults. **Pediatric Exercise Science**, v. 16, n. 2, p. 113-125, 2004.

McMILLAN, K.; HELGERUD, J.; GRANT, S. J.; NEWELL, J.; WILSON, J.; MacDONALD, R.; HOFF, J. Lactate threshold responses to a season of

professional British youth soccer. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 432-436, 2005.

McVEIGH, S. K.; PAYNE, A. C.; SCOTT, S. The reliability and validity of the 20-meter shuttle test as a predictor of peak oxygen uptake in Edinburgh school children, age 13 to 14 years. **Pediatric Exercise Science**, v. 7, n. 1, p. 69-79, 1995.

MEYLAN, C.; CRONIN, J.; OLIVER, J.; HUGHES, M. Talent identification in soccer: the role of maturity status on physical, physiological and technical characteristics. **International Journal of Sports Science & Coaching**, v. 5, n. 4, p. 571-592, 2010.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 7, p. 519-528, 2003.

MUJIK, I.; SPENCER, M.; SANTISTEBAN, J.; GOIRIENA, J. J.; BISHOP, D. Age-related differences in repeated-sprint ability in highly trained youth football players. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 14, p. 1581-1590, 2009.

PEÑA REYES, M. E.; CARDENAS-BARAHONA, E.; MALINA, R. M. Growth, physique, and skeletal maturation of soccer players 7– 17 years of age. **Humanbiol Budapestin**, v. 5, p. 453-458, 1994.

PHILIPPAERTS, R. M.; VAEYENS, R.; JANSSENS, M.; RENTERGHEM, B. V.; MATTHYS, D.; CRAEN, R.; BOURGOIS, J.; VRIJENS, J.; BEUNEN, G.; MALINA, R. M. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 3, p. 221-230, 2006.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 2. ed. Porto Alegre: Revista e Ampliada, 2003. 160 p.

PLOWMAN, S. A. Maturation and exercise training in children. **Pediatric Exercise Science**, v. 1, n. 4, p. 303-312, 1989.

RAMSBOTTOM, R.; BREWER, J.; WILLIAMS, C. A progressive shuttle run test to estimate maximal oxygen uptake. **British Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 4, p. 141-144, 1988.

RAMPININI, E.; BISHOP, D.; MARCORA, S. M.; FERRARI BRAVO, D.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F. M. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 1018-1024, 2007b.

RAMPININI, E.; COUTTS, A. J.; CASTAGNA, C.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F. M. Variation in top level soccer match performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 3, p. 228-235, 2007a.

REILLY, T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. **Journal of Sports Sciences**, v.15, n. 3, p. 257-263, 1997.

REILLY, T.; WILLIAMS, A. M.; NEVILL, A.; FRANKS, A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. **Journal of Sports Sciences**, v.18, n. 9, p. 695-702, 2000.

RODHE, C. H.; T. ESPERSEN. Work intensity during soccer training and match play. In: *Science and Football*, T. Reilly, A. Lees, K.Davids, and W. J. Murphy (Eds.). London: E. & F. N. Spon, 1988, p. 68-75.

ROWLAND, T. W. Oxygen uptake and endurance fitness in children: a developmental perspective. **Pediatric Exercise Science**, v. 1, n. 4, p. 313-328, 1989.

RUIZ, J. R.; SILVA, G.; OLIVEIRA, N.; RIBEIRO, J. C.; OLIVEIRA, J. F.; MOTA, J. Criterion-related validity of the 20-m shuttle run test in youths aged 13-19 years. **Journal of Sports Sciences**, v. 27, n. 9, p. 899-906, 2009.

SLAUGHTER, M. H.; LOHMAN, T. G.; BOILEAU, R. A.; HORSWILL, C. A.; STILLMAN, R. J.; VAN LOAN, M. D.; BEMBEN, D. A. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. **Human Biology**, v. 60, n. 5, p. 709-723, 1988.

STICKLAND, M. K.; PETERSEN, S. R.; BOUFFARD, M. Prediction of maximal aerobic power from the 20-m multi-stage shuttle run test. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 2, p. 272-282, 2003.

SEGRS.V.; DE CLERCG, D.; JANSSENS, M.; BOURGOIS, J.; PHILIPPAERTS, R. Running economy in early and late maturing youth soccer players does not differ. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 4, p. 289-294, 2008.

STRØYER, J.; HANSEN, L.; KLAUSEN, K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during MatchPlay. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 1, p. 168–174, 2004.

STØLEN, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLØFF, U. Physiology of soccer - an update. **Sports Medicine**, v. 35, n. 6, p.501-536, 2005.

TANNER, J. M. **Growth and adolescence**. Oxford: Blackwell, 1962.

THOMAS, A.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. The Yo-Yo test: reliability and association with a 20-m shuttle run and VO₂max. **International Journal of Sports Physiology Performance**, v. 1, n. 2, p. 137-149, 2006.

TOLFREY, K.; ARMSTRONG, N. Child-adult differences in whole blood lactate responses to incremental treadmill exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 3, p. 196-199, 1995.

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

VAEYENS, R.; MALINA, R. M.; JANSENS, M.; VAN RENTERGHEM, B.; BOURGOIS, J.; VRIJENS, J.; PHILIPPAERTS, R. M. A multidisciplinary selection model for youth soccer: the Ghent youth soccer project. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 11, p. 928-934, 2006.

WELSMAN, J. R.; ARMSTRONG, N. Statistical techniques for interpreting body size-related exercise performance during growth. **Pediatric Exercise Science**, v. 12, n. 2, p. 112-127, 2000.

WELSMAN, J. R.; ARMSTRONG, N. The measurement and interpretation of aerobic fitness in children: current issues. **Journal of the Royal Society Medicine**, v. 89, n. 5, p. 281-285, 1996.

WESTON, M.; DRUST, B.; GREGSON, W. Intensities of exercises during match-play in FA premier league referees and players. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 5, p. 527-532, 2011.

WILLIAMS, A.M. Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. **Journal of Sports Sciences**, v. 18, n. 9, p. 737-750, 2000.

WILLIAMS, J. R.; ARMSTRONG, N. Relationship of maximal lactate steady state to performance at fixed blood lactate reference values in children. **Pediatric Exercise Science**, v. 3, n. 4, p. 333-341, 1991.

WILLIFORD, H. N.; SCHARFF-OLSON, M.; DUEY, W. J.; PUGH, S.; BARKSDALE, J. M. Physiological status and prediction of cardiovascular fitness in highly trained youth soccer athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 13, n. 1, p. 10-15, 1999.

YAGUE, P. H.; DE LA FUENTE, J. M. Changes in height and motor performance relative to peak height velocity: a mixed-longitudinal study of Spanish boys and girls. **American Journal of Human Biology**, v. 10, n. 5, p. 647-660, 1998.

ZIOGAS, G.; PATRAS, K.; STERGIYOU, N.; GEORGOULIS, A. D. Velocity at lactate threshold and running economy must also be considered along with maximal oxygen uptake when testing elite soccer players during preseason. **Journal of Strength and Conditioning and Research**, v. 25, n. 2, p. 414-419, 2011.

8. ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos

CERTIFICADO N° _____

O Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR.99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o contido no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP.

APROVADO

PROCESSO: _____ FR: _____

TÍTULO: _____

AUTOR: _____

FLORIANÓPOLIS, ____ de _____ de ____.

Coordenador do CEPSH/UFSC