

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MAURO RICETTI PAES



**ADAPTAÇÃO DO TESTE YO-YO DE RESISTÊNCIA INTERMITENTE NÍVEL 2
PARA AVALIAÇÃO DE ÁRBITROS DE FUTEBOL DE CAMPO**

CURITIBA

2017

MAURO RICETTI PAES

**ADAPTAÇÃO DO TESTE YO-YO DE RESISTÊNCIA INTERMITENTE NÍVEL 2
PARA AVALIAÇÃO DE ÁRBITROS DE FUTEBOL DE CAMPO**

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor em FISILOGIA, no Curso de Pós-Graduação em Fisiologia Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Fernandez Perez

CURITIBA

2017



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Departamento de Fisiologia
Programa de Pós-Graduação em Fisiologia



PARECER

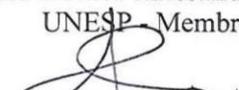
Os abaixo-assinados, membros da Banca Examinadora da Defesa de Tese de Doutorado, a qual se submeteu **MAURO RICETTI PAES** para fins de obter o título de Doutor em Fisiologia pela Universidade Federal do Paraná, são de parecer unânime à APROVAÇÃO do acadêmico.

A obtenção do título está condicionada à implementação das correções sugeridas pelos membros da banca examinadora e ao cumprimento integral das exigências estabelecidas no Regimento interno deste Programa de Pós-Graduação.

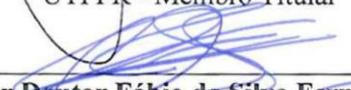
Curitiba, 04 de julho de 2017.



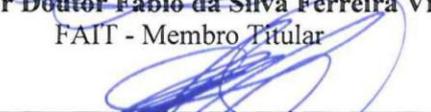
Professor Doutor Alessandro Moura Zagatto
UNESP - Membro Titular



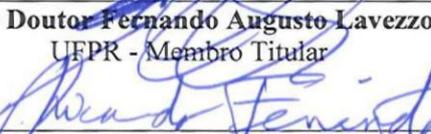
Professor Doutor Adriano Eduardo Lima da Silva
UTFPR - Membro Titular



Professor Doutor Fábio da Silva Ferreira Vieira
FAIT - Membro Titular



Professor Doutor Fernando Augusto Lavezzo Dias
UFPR - Membro Titular



Professor Doutor Ricardo Fernandez Perez
UFPR - Orientador e Presidente da Banca Examinadora

AGRADECIMENTOS

Não poderia iniciar esta seção agradecendo outra pessoa que não seja o Prof. Dr. Alberto Inácio da Silva. Considero-o como o “Pai” da literatura científica da arbitragem nacional e seria hipocrisia deixar de agradecer por toda a ajuda prestada ao desenvolvimento dos estudos que nos fizeram chegar até este trabalho. Desta forma, deixo aqui meus sinceros e mais profundos agradecimentos pelos conselhos, auxílios, discussões e reuniões, sempre fundamentais para o pleno e constante desenvolvimento científico da arbitragem.

Ao Prof. Dr. Nilo Massaro Okuno da Universidade Estadual de Ponta Grossa e ao Prof. Dr. Sérgio Gregório da Silva, por nos atender prontamente quando solicitado, fornecendo a estrutura e equipamentos laboratoriais necessários para os trabalhos. Não poderia deixar de agradecer a todos os meus colegas que fizeram parte desta jornada em especial aos Prof. Paulo Eduardo Redkva e Mário Vieira, pelas caronas, avaliações físicas, o constante desenvolvimento de equipamentos e de estratégias frente as inúmeras adversidades vividas. Foram quatro anos que mesmo sem querer, serão lembrados eternamente por tantas coisas que fizemos e conquistamos. À todos os meus amigos do ciclismo, em especial à minha noiva Talita da Luz de Oliveira. A cada treino, viagem, encontro, minha vontade em buscar conhecimento para resolver nossas dúvidas se torna cada vez maior e um dos resultados disso está evidenciado nas paginas subsequentes.

Ao Prof. Dr. Ricardo Fernández Perez pela incomensurável oportunidade ofertada, por estar sempre disponível e muito prestativo a qualquer momento e situação. Até hoje ainda tenho dificuldades de compreender a real relevância das oportunidades que o Sr. tem me proporcionado, tudo isso devido a sua humildade e simplicidade aliados a um conhecimento sem limite, ingredientes que me motivam a sempre seguir em frente nesta sinuosa estrada científica. Muito mais que um orientador, um grande amigo, uma referência e um exemplo para toda e qualquer pessoa. Como dito pelo Prof. Alberto, um simples muito obrigado é pouco para quem tanto o fez por mim nestes anos.

Por fim, agradecer a toda minha família, em especial minha mãe Prof^a Raquel Dick Rebonato e meu pai Eugênio Ricetti Paes (*in memoriam*), pois o que sou hoje é apenas um reflexo de tudo que vocês representam a mim.

RESUMO

Até o momento não existe consenso sobre a especificidade, confiabilidade e a validade dos testes utilizados pela FIFA para avaliação física dos árbitros. Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver um teste aeróbico específico para árbitros de futebol de campo. A amostra total foi composta por 16 árbitros profissionais vinculados a Federação Paranaense de Futebol. Os 16 árbitros participaram de dois protocolos em campo: teste Yo-Yo de Resistência Intermitente 2 (YYIE2) e uma versão deste teste adaptada (ADYYIE2) – Estudo 2. Do total da amostra 12 árbitros participaram do teste em laboratório (esteira) e do ADYYIE2 (Estudo 1). Em todos estes testes o consumo de oxigênio (VO_2) foi mensurado diretamente através de um sistema de análise de gás portátil. O desempenho durante partidas oficiais foi avaliado em oito dos árbitros que participaram dos três protocolos máximos (Estudo 3). A amostra de 16 árbitros profissionais avaliados apresentou as seguintes características: idade média de $28,81 \pm 6,45$ anos, $7,31 \pm 4,30$ anos de experiência, altura média de $1,77 \pm 0,05$ m, massa corporal de $71,69 \pm 6,64$ kg e %G de $13,76 \pm 2,48$ %. No estudo 1 foram encontradas diferenças significativas entre os protocolos no tempo até a exaustão (esteira= $608,33 \pm 83,32$ s; ADYYIE2= $295,70 \pm 81,92$ s; $p=0,0001$), na distância total percorrida (esteira= $2098,61 \pm 425,72$ m; ADYYIE2= $1025,83 \pm 304,89$ m; $p<0,0001$), na vVO_{2pico} (esteira= $11,83 \pm 0,72$ km/h; ADYYIE2= $13,16 \pm 0,91$ km/h; $p=0,0005$) e na frequência cardíaca máxima (esteira= $188,25 \pm 5,15$; ADYYIE2= $184,25 \pm 5,14$ bpm; $p=0,0152$). Contudo, o VO_{2pico} mensurado durante os protocolos não foi diferente. No estudo 2 foram observadas diferenças significativas no tempo até a exaustão (YYIE2= $237,76 \pm 56,47$ s; ADYYIE2= $356,38 \pm 111,17$ s; $p=0,0001$), na distância total percorrida (YYIE2= $748,75 \pm 173,74$ m; ADYYIE2= $1141,883 \pm 359,67$ m; $p<0,0001$), no VO_{2pico} (YYIE2= $50,33 \pm 5,37$; ADYYIE2= $51,90 \pm 5,66$ ml/kg/min; $p=0,0004$) e na vVO_{2pico} (YYIE2= $12,31 \pm 0,40$ km/h; ADYYIE2= $13,31 \pm 0,83$ km/h; $p=0,0001$). Porém, não foi observada diferença significativa para a FC_{max} entre os protocolos. A distância total média percorrida pelos árbitros durante as partidas foi de $9633,25 \pm 757,77$ km e a quantidade média de corridas de alta intensidade foi $154,13 \pm 26,36$ (CAI). Os valores de VO_{2pico} obtidos nos testes em campo apresentaram correlações de magnitude “ *muito grande* ” com a distância total percorrida durante as partidas. A quantidade de CAI desempenhadas pelos árbitros durante as partidas apresentou correlações de magnitude “ *muito grande* ” apenas com os valores de VO_{2pico} obtidos no protocolo máximo ADYYIE2. Conclui-se que o tipo de ação motora apresenta grandes efeitos nos parâmetros fisiológicos mensurados em testes máximos. De acordo com as diferenças observadas na vVO_{2pico} , submeter os árbitros a protocolos, até mesmo intermitentes, que incluam apenas corrida frontal podem subestimar a capacidade aeróbica e, por consequência, modificar significativamente as cargas de treinamento.

Palavras-chave: Árbitro. Futebol de campo. Avaliação aeróbica. Treinamento.

ABSTRACT

There is no consensus on the specificity, reliability and validity of the FIFA tests used for the physical evaluation of referees. On the other hand, the objective of this study is to develop a specific aerobic test for field soccer referees. A total sample of 16 professional referees linked to the Federação Paranaense de Futebol were evaluated. The 16 referees participated in two protocols in the field: the Yo-Yo Test of Intermittent Endurance 2 (YYIE2) and a adapted version of this test (ADYYIE2) - Study 2. Of the total sample 12 referees participated in the test in the laboratory (treadmill) and the ADYYIE2 (Study 1). In all of these tests the oxygen consumption (VO_2) was measured directly through a portable gas analysis system. The performance during official matches was evaluated in eight of the referees who participated in the three maximum protocols (Study 3). The sample of 16 professional referees evaluated had the following characteristics: mean age of $28,81 \pm 6,45$ years old, $7,31 \pm 4,30$ years of experience, mean height of $1,77 \pm 0,05$ m, body mass of $71,69 \pm 6,64$ kg and %G of $13,76 \pm 2,48\%$. In study 1, significant differences were found between the protocols in the time to exhaustion (treadmill = $608,33 \pm 83,32s$, ADYYIE2 = $295,70 \pm 81,92s$, $p=0,0001$), total distance covered (treadmill = $1025,83 \pm 304,89m$, ADYYIE2 = $13,16 \pm 0,91km/h$, $p<0,0001$), in vVO_{2peak} (treadmill = $11,83 \pm 0,72km/h$; ADYYIE2 = $13,16 \pm 0,91km/h$, $p=0,0005$) and at maximal heart rate (treadmill = $188,25 \pm 5,15$, ADYYIE2 = $184,25 \pm 5,14bpm$, $p=0,0152$). However, the VO_{2peak} measured during the protocols was not different. In study 2, significant differences in time to exhaustion (YYIE2 = $237,76 \pm 56,47s$; ADYYIE2 = $356,38 \pm 111,17s$; $p = 0,0001$) were observed in the total distance covered (YYIE2 = $748,75 \pm 173,74m$; ADYYIE2 = $1141,883 \pm 359,67m$; $p<0,0001$), in VO_{2peak} (YYIE2 = $50,33 \pm 5,37$, ADYYIE2 = $51,90 \pm 5,66$ ml/kg/min, $p=0,0004$) and in vVO_{2peak} (YYIE2 = $12,31 \pm 0,40km/h$, ADYYIE2 = $13,31 \pm 0,83km/h$, $p=0,0001$). However, no significant difference was observed for HRmax between the protocols. The total average distance covered by the referees during the games was $9633.25 \pm 757.77km$ and the average number of high intensity running (CAI) was 154.13 ± 26.36 . The values of VO_{2peak} obtained in the field tests presented correlations of magnitude "very large" with the total distance covered during the matches. The amount of CAI performed by the referees during the matches had correlations of "very large" magnitude only with the VO_{2peak} values obtained in the maximum ADYYIE2 protocol. It was concluded that the type of motor action has great effects on the physiological parameters measured in maximum tests. According to the differences observed in vVO_{2peak} , submit the referees to even intermittent protocols that include only frontal running may underestimate aerobic capacity and, consequently, significantly modify the training loads.

Key-words: Referee. Soccer. Aerobic evaluation. Physical training.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Teste de sprint repetido de 40m para árbitros (a) e de 30m para árbitros assistentes (b) (FIFA, 2016b).....	09
FIGURA 2 – Esquema demonstrativo do teste aeróbico (75-25m) para árbitros e árbitros assistentes (FIFA, 2016b).....	10
FIGURA 3 – Esquema demonstrativo do teste aeróbico complementar (Yo-Yo Dinâmico) para árbitros (FIFA, 2016b).....	11
FIGURA 4 – Esquema demonstrativo do teste aeróbico complementar (Yo-Yo Intermittent Endurance 2 – ARIET) para árbitros assistentes (FIFA, 2016b).....	12
FIGURA 5 – Esquema representativo do teste Yo-Yo de resistência intermitente 2 adaptado (ADYYIE2).....	15
FIGURA 6 – Dispositivo GPS instalado na região do braço direito de um voluntário.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Relação individual entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e a distância total percorrida durante os protocolos.....	26
GRÁFICO 2 – Relação individual entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e a distância total percorrida durante os protocolos.....	33
GRÁFICO 3 – Distância total percorrida e a quantidade de corridas de alta intensidade (CAI) desempenhadas por cada árbitro durante as partidas oficiais.....	37

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – Diferenças, efeito tamanho e correlação entre os parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em esteira e em campo (ADYYIE2).....26
- TABELA 2 – Correlação entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e demais parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em esteira e em campo (ADYYIE2).....27
- TABELA 3 – Diferenças, efeito tamanho e correlação entre os parâmetros fisiológicos obtidos nos testes realizados em campo (YYIE2 e ADYYIE2).....32
- TABELA 4 – Correlação entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e demais parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em campo (YYIE2 e ADYYIE2).....33
- TABELA 5 – Correlações entre parâmetros fisiológicos obtidos nos três diferentes protocolos máximos com a distância e a quantidade total de corrida de alta intensidade (CAI) desempenhadas durante as partidas.....38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADYYIE2	- Teste Adaptado de Yo-Yo Intermitente Endurance 2
ARIET	- Teste de resistência aeróbica (Yo-Yo) adaptado para assistentes
bpm	- Batimentos por minuto
CAI	- Corridas de alta intensidade
CBF	- Confederação Brasileira de Futebol
DT	- Distância Total
FC	- Frequência cardíaca
FIFA	- Fédération Internationale de Football Association
FPF	- Federação Paranaense de Futebol
UEFA	- Union European of Football Association
YYIE2	- Teste de Yo-Yo Intermitente de Endurance 2
VO ₂	- Consumo de oxigênio
VO _{2máx}	- Consumo máximo de oxigênio determinado em testes adicional
VO _{2pico}	- Consumo máximo de oxigênio obtido em protocolo incremental
vVO _{2pico} incremental	- Velocidade de consumo máximo de oxigênio obtida em protocolo incremental

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Aptidão física	2
1.1.2	Perfil morfológico	3
1.1.3	Avaliação aeróbica	4
1.2	Perfil fisiológico da arbitragem.....	7
1.3	Avaliação de aptidão física – bateria de testes da FIFA	8
1.4	Testes de campo intermitentes (Yo-Yo)	13
1.5	Justificativa	16
2	OBJETIVOS	18
2.1.1	Objetivo Geral.....	18
2.1.2	Objetivos Específicos	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1	Avaliação antropométrica	19
3.2	Desenho experimental.....	20
3.2.1	Protocolo em esteira.....	21
3.2.2	Teste Yo-Yo de resistência intermitente 2 (YYIE2).....	21
3.2.3	Teste Yo-Yo de resistência intermitente 2 adaptado (ADYYIE2).....	21
3.2.4	Desempenho durante as partidas.....	22
3.4	Análise estatística.....	23
4	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
4.1	Resultados estudo 1	25
4.1.2	Discussão estudo 1	28
4.2.1	Resultados estudo 2.....	32
4.2.2	Discussão estudo 2	34
4.3.1	Resultados estudo 3.....	37
4.3.2	Discussão estudo 3	38
5	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	41
6	CONCLUSÕES	43
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
7.1	Recomendações para trabalhos futuros	44
8	REFERÊNCIAS	46

APÊNDICE A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....57

1 INTRODUÇÃO

O futebol é um esporte de contato onde os jogadores constantemente disputam a posse da bola, sendo a função do árbitro garantir que a disputa seja realizada dentro das regras pré-determinadas pela FIFA (FIFA, 2016c). Os árbitros possuem total autoridade na aplicação das regras do jogo, além disso, a decisão do árbitro é de caráter definitiva e uma vez tomada, ninguém, além do próprio árbitro, pode desfazê-la (FIFA, 2016c). Em casos específicos, após tomar uma decisão o árbitro consulta seus assistentes, também conhecidos popularmente como “*bandeirinhas*”, e a partir disso consolida sua decisão.

Para controlar e avaliar se a disputa de jogo está dentro das regras pré-determinadas, o árbitro deve seguir as ações dos jogadores, movimentando-se livremente dentro do campo. A movimentação do árbitro deve ser norteadada, única e simplesmente, pela melhor visualização do jogo, fazendo com que seu campo de visão se mantenha o mais livre possível e focado na disputa pela bola. Como o futebol trata-se de um esporte extremamente dinâmico, na prática observa-se que o árbitro se movimenta durante todo o jogo, sempre buscando o melhor ponto de visualização. Portanto, observa-se que durante as partidas os árbitros percorrem distâncias entre 10-12km e os árbitros assistentes chegam a percorrer 6-8km (CASTILLO et al, 2015; CASTILLO et al, 2017; CASTAGNA et al, 2007; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; WESTON et al, 2007). Além disso, observa-se que tanto árbitros quanto árbitros assistentes desempenham mais do que 1000 mudanças de atividades (CASTILLO et al, 2017) e executam quantidade superior a 20 sprints por partida (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Por outro lado, diferente dos jogadores, um árbitro só poderá ser substituído devido a uma incapacidade física (lesão).

Sendo assim, conhecer com grande profundidade e especificidade a aptidão física dos árbitros é de suma importância para seu constante aprimoramento, tanto para as instituições que regulamentam a modalidade, como as confederações e federações, quanto para os preparadores e instrutores físicos que atuam diretamente na estruturação e planificação do treinamento destes durante a temporada.

1.1 Aptidão física

A aptidão física pode ser definida como uma combinação de atributos/componentes que podem ser relacionados tanto a tarefas específicas quanto a saúde (CASPERSEN et al, 1985). Quando relacionada a saúde, encontramos na literatura componentes mais genéricos como, por exemplo, a resistência cardio respiratória, resistência e força muscular, composição corporal e flexibilidade (CASPERSEN et al, 1985). Por outro lado, quando relacionamos a aptidão física ao treinamento desportivo, estes itens necessitam de maior precisão. Sendo assim, além dos termos comuns a saúde encontramos, por exemplo, capacidade aeróbica máxima, capacidade anaeróbica alática/lática, capacidade de sprints repetidos, potência aeróbica, potência anaeróbica alática/lática, entre outros (ARNASON et al, 2004; Da SILVA et al, 2009; ZAGATTO et al, 2016).

Devido a duração de uma partida de futebol (90min), o sistema aeróbico é fundamental para a aptidão física, tanto para jogadores (ARNASON et al, 2004; ZAGATTO et al, 2016) quanto para árbitros de futebol (CASTAGNA et al, 2007; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; Da SILVA et al, 2009). Dados referente ao deslocamento dos jogadores de futebol durante partidas da Copa do Mundo de Futebol publicados pela FIFA (2014), demonstram que os jogadores alcançam velocidades máximas em sprint superiores a 30km/h, até mesmo em partidas com tempos adicionais (>120min de duração). Sendo assim, a capacidade de spint também é um componente fundamental para arbitragem, especialmente para árbitros assistentes, os quais devem seguir a linha do segundo último defensor (FIFA, 2016c). Além disso, a capacidade de recuperação após atividades intensas (ou até mesmo máximas) de curta duração também são importantes. Em outras palavras, além da capacidade aeróbica máxima e da capacidade de velocidade máxima, a potência anaeróbica também apresenta grande importância para jogadores (ARNASON et al, 2004; ZAGATTO et al, 2009) e para árbitros de futebol (CASTAGNA et al, 2007).

O armazenamento de substrato energético em forma de gordura corporal é um fator fundamental para os seres humanos, contudo, um excesso de gordura pode ser um dos fatores que influenciam negativamente o desempenho físico (POWERS e HOWLEY, 2009). Destarte, o perfil morfológico tem sido considerado uma peça fundamental na avaliação física de diversas modalidades (ARNASON et al, 2004; CHAOUACHI et al, 2009; DRINKWATER et al., 2008; NIKOLAIDIS, 2013;

NIKOLAIDIS, 2014). A análise do percentual de gordura (%G) têm mostrado influencia na redução do desempenho de atletas de basquetebol (DRINKWATER et al., 2008), handebol (CHAOUACHI et al, 2009), voleibol (NIKOLAIDIS, 2013) e, obviamente, também no futebol (ARNASON et al, 2004; NIKOLAIDIS, 2014). Sendo assim, torna-se evidente que se deve conhecer plenamente o perfil morfológico da arbitragem para relacioná-lo de forma objetiva e direta com o seu nível de aptidão física e para o correto direcionamento das cargas de treinamento.

1.1.2 Perfil morfológico

Através de estudos voltados a composição corporal de humanos, Ross et al. (1972) definiu o termo Cineantropometria. A partir disso, durante os jogos Olímpicos de Montreal em 1976, foi definido um consenso, em nível mundial, contendo a padronização das normas para a coleta das medidas antropométricas (ROSS, De ROSE, WARD, 1988). O Índice de Massa Corporal (IMC) é um dos métodos mais utilizados para análise do perfil morfológico em grandes populações. Contudo, o IMC é um tipo de mensuração genérica que não apresenta uma diferenciação clara da composição corporal do indivíduo. Em outras palavras, através da simples mensuração do IMC não é possível afirmar se o excesso de massa observado é devido a uma grande massa muscular ou uma maior massa de gordura (POWERS e HOWLEY, 2009). Sendo assim, outros métodos mais precisos e com capacidades de diferenciação dos tecidos para avaliação da composição corporal foram desenvolvidos, como por exemplo, densitometria de dupla energia (DEXA), bioimpedância elétrica (BIA), espessura das dobras cutâneas, entre outras (POWERS e HOWLEY, 2009). Embora possuam maior precisão, alguns destes métodos apresentam custo elevado tanto em termos de pessoal devidamente habilitado quanto de equipamentos especializados (Ex. Bio impedância e DEXA). Desta forma, considerando a praticidade e seu relativo baixo custo, a mensuração da espessura das dobras cutâneas tem sido amplamente utilizada nos estudos envolvendo humanos (POWERS e HOWLEY, 2009) e árbitros de futebol (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑES, 2003; Da SILVA e RECH, 2008; FIDELIX e Da SILVA, 2010; PAES e FERNANDEZ, 2012; OLIVEIRA et al, 2008).

Petroski e Pires Neto (1996), relataram um percentual de gordura de 16,14% na população da Região Sul do Brasil. Estudos envolvendo árbitros de futebol da mesma região tem relatado valores de $20,81 \pm 3,29\%$ (Da SILVA e RECH, 2008),

18,1 ± 4,2% (Da SILVA e RODRIGUEZ-AÑES, 2003) e 19,92 ± 2,18% (PAES e FERNANDEZ, 2012),. Além disso, Fidelix e Da Silva (2010), investigaram o perfil antropométrico de árbitros paranaenses após 10 anos de atuação, relatando uma elevação no %G corporal de 13,2 ± 2,90% para 17,3 ± 3,91%. O menor %G encontrado na literatura científica foi de 11,3 ± 2,15% apresentado por árbitros de elite da Espanha (CASAJU e CASTAGNA, 2006), valor compatível com árbitros do Estado de São Paulo de 13,5 ± 5,89% (OLIVEIRA et al, 2008). Por outro lado, sabe-se que uma elevação na quantidade de gordura corporal ocorre paralelamente ao aumento da idade do ser humano (McARDLE et al, 2005; POWER e HOWLEY, 2009). Além disso, a literatura demonstra que árbitros chegam a elite internacional com idades superiores a 35 anos e que são em média 10-15 anos mais velhos que os jogadores de futebol (HELSEN e BULTYNCK, 2004). Portanto, independente do método utilizado, o perfil antropométrico é um item fundamental a ser avaliado/acompanhado pelas instituições reguladoras e principalmente pelos preparadores/instrutores físicos da arbitragem.

1.1.3 Avaliação Aeróbica

Comumente a atividade física aeróbica é relacionada diretamente a condição cardiorrespiratória atual. Isto porque a condição aeróbica dos sujeitos é considerada como um item fundamental para a aptidão física, seja relacionada a saúde ou ao desempenho esportivo (ACSM, 2003). Vários fatores demonstram que a capacidade do indivíduo realizar esforços submáximos possui fortes relações com a sua saúde cardiovascular. Por outro lado, a avaliação aeróbica máxima possui maior atenção da ciência esportiva por esta fornecer uma mensuração objetiva de diversos parâmetros fisiológicos que podem ser relacionados ao desempenho esportivo (BASSETT e HOWLEY, 2000; SAWYER et al., 2010).

O consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) é um parâmetro fisiológico que, resumidamente e de forma prática, reflete a capacidade funcional dos pulmões, do sistema cardiovascular como um todo, da quantidade de mitocôndrias, entre outros (POOLE e JONES, 2017). Desta forma, considera-se que a ventilação pulmonar, a difusão do oxigênio dos alvéolos para o sangue dos capilares alveolares, o débito cardíaco, a redistribuição do fluxo sanguíneo e a extração e utilização do oxigênio pelas mitocôndrias através do aumento de atividade muscular esquelética, são processos fisiológicos determinantes para este parâmetro (ACSM, 2003). Sendo

assim, qualquer funcionamento deficiente em um destes processos/sistemas fisiológicos será refletido diretamente no valor final do $VO_{2m\acute{a}x}$ (ACSM, 2003).

Quando um sujeito normal sai do estado de repouso, este pode elevar o VO_2 em até 10 vezes através da prática de atividade física intensa. Por outro lado, sujeitos treinados podem elevar o seu VO_2 em 20 vezes o metabolismo basal, além de sustentar valores elevados durante vários minutos (GUYTON e HALL, 2017). Em outras palavras, a prática de atividades físicas sistematizadas (treinamento) promove importantes alterações no débito cardíaco e na diferença de pressão arteriovenosa permitindo que estes sistemas otimizem o seu funcionamento. Um dos principais fatores fisiológicos que influencia diretamente o $VO_{2m\acute{a}x}$ é a concentração de hemoglobina sanguínea. Em geral, a concentração de hemoglobina varia de 16mg/dL para um homem adulto, para 14mg/dl para uma mulher adulta. Por si só, este parâmetro fisiológico explica parcialmente os menores valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ obtidos em mulheres. Na prática, o que se observa é que a menor concentração de hemoglobina nas mulheres resulta em um $VO_{2m\acute{a}x}$ entre 10 a 20% menor que o dos homens quando expresso de forma relativa (ACSM, 2003). Contudo, além da concentração de hemoglobina, outros processos fisiológicos também influenciam esta diferença de 10 a 20% nos valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ entre homens e mulheres, como por exemplo, composição corporal (percentual de gordura corporal), menores dimensões cardíacas, conseqüentemente menor débito cardíaco, entre outros (WILMORE e COSTIL, 2010).

O $VO_{2m\acute{a}x}$ pode ser definido como a quantidade máxima que um indivíduo consegue captar, transportar, fixar e utilizar o oxigênio para produção de trabalho desempenhado pelo corpo humano (ACSM 2003; BASSETT e HOWLEY, 2000; POOLE e JONES, 2017). Na literatura científica, existe um consenso de que o aumento no VO_{2max} , ou na intensidade em que este é obtido, é o método mais comum de demonstrar o efeito do treinamento físico (BASSETT e HOWLEY, 2000). Entretanto, quando o assunto é o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$), ainda existe grandes discussões sobre a determinação desta variável fisiológica. Comumente, os pesquisadores assumem que um sujeito alcançou o $VO_{2m\acute{a}x}$ quando se observa uma estabilidade (platô) no consumo de oxigênio, ou seja, mesmo com elevação da intensidade da atividade física o volume de oxigênio consumido não apresenta alteração significativa. Contudo, no início dos estudos referente a análise de gases, foi observado que alguns sujeitos não apresentavam uma evidente

estabilidade no consumo de oxigênio (DENADAI, 1995; McARDLE, et al, 2005). Sendo assim, quando na ausência deste platô, pode-se utilizar da razão (R) entre o volume de produção de CO₂ e o volume O₂ consumido (VCO₂/VO₂), no qual é estabelecido um ponto de corte de 1,11 para o cicloergômetro de pernas (bicicleta ergométrica) ou de 1,04 para a esteira rolante (McARDLE et al, 2005). Além destes indicadores quantitativos expressados pela análise de gases, na prática um profissional experiente pode observar sinais de extrema exaustão, aumento da sudorese ou cansaço, os quais também podem ser utilizados como indicadores de que o indivíduo tenha alcançado seu VO_{2máx}. Por outro lado, mesmo considerando estes diversos fatores fisiológicos, percebe-se que os valores de VO_{2máx} podem variar quando obtidos em apenas um protocolo incremental máximo (POOLE e JONES, 2017). Portanto, sugere-se que o VO_{2máx} seja confirmado através de um teste com carga estável (com aproximadamente 20min desempenhados entre 110 e 115% da intensidade de exaustão em teste incremental) logo após o teste incremental (POOLE e JONES, 2017). Em caso da impossibilidade do teste de confirmação do VO_{2máx}, o conceito de VO_{2pico} deve ser implementado.

Basicamente o VO_{2máx} e o VO_{2pico} podem ser expressos de duas formas, absoluta (l.min⁻¹) ou relativa ao peso corporal (ml/kg/min). Os valores absolutos comumente são usados como indicadores do funcionamento do sistema aeróbico geral, por exemplo, do metabolismo oxidativo ou da função cardiorrespiratória, com objetivo de relacioná-lo a saúde dos sujeitos. Entretanto, estes valores absolutos não permitem comparações entre sujeitos, pois fatores como a idade (por exemplo, tamanho dos pulmões) e sexo (por exemplo, diferenças na quantidade de hemácias e hematócrito) influenciam diretamente este parâmetro. Portanto, a quantificação de valores relativos é necessária para possibilitar e facilitar a comparação dos resultados obtidos em sujeitos com dimensões, idades e gêneros diferentes (McARDLE, KATCH e KATCH, 2005; POWERS e HOWLEY, 2009; WILMORE e COSTIL, 2010).

O VO_{2pico} ou a sua intensidade relativa podem ser obtidos de formas diretas, através da análise de gases (método não invasivo) ou de forma indireta, com aplicação de testes de campo aliado ao uso de equações preditivas (WESTON e BREWER, 2002). Em geral os procedimentos mais utilizados são os testes progressivos em cicloergômetro ou em esteira rolante (POWER e HOWLEY, 2009; McARDLE et al, 2005). De acordo com o princípio da especificidade da atividade, a

avaliação deve seguir o mesmo padrão de movimento (recrutamento muscular) da modalidade praticada (BANGSBO et al, 2008; WILMORE e COSTIL, 2010; ZAGATTO et al, 2016). Portanto, cabe ao pesquisador, preparador físico, técnico ou instituição, escolher qual será o procedimento mais condizente para ser utilizado de acordo com a modalidade em questão, do objetivo a ser atingido e da disponibilidade de equipamentos.

1.2 Perfil fisiológico da arbitragem

O perfil das ações motoras, tanto dos atletas quanto da arbitragem, envolvidas no futebol de campo tem sido objeto de estudo nas últimas décadas (BANGSBO, 1994; MOHR et al, 2003; RIENZI et al, 2000; Da SILVA et al, 2008). Investigações fisiológicas através da análise de dados da frequência cardíaca, metabólitos sanguíneos e até de biópsias musculares coletados durante testes e competições, tem demonstrado que nos esportes de características intermitentes como o futebol, o sistema aeróbico é altamente solicitado durante os jogos, principalmente para recomposição dos componentes anaeróbicos solicitados em ações de alta intensidade como sprints, saltos, meia volta, etc (BANGSBO, 1994; EKBLUM, 1986; KRUSTRUP et al, 2006a; MOHR et al, 2003). Sendo assim, percebe-se a extrema necessidade de avaliar a capacidade física dos atletas neste tipo específico de atividade. Embora os árbitros não estejam diretamente envolvidos com a bola e, portanto, não executem boa parte de atividades anaeróbicas como saltos, a característica intermitente da sua atividade, as quais envolvem mudanças de direção e variações de velocidade, também necessita em grande parte do uso das reservas anaeróbicas (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001).

O componente aeróbico tem sido considerado o principal fator nos aspectos fisiológicos da arbitragem de futebol de campo, pois foi observado que os árbitros de campo desempenham aproximadamente 1268 diferentes ações motoras durante uma partida oficial de 90 minutos e somente 10% (ou 161 ações motoras) destas atividades seriam em alta intensidade (D'OTTAVIO e CASTAGNA, 2001; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA et al, 2007). Em outras palavras, a maior parte da distância percorrida pelos árbitros durante as partidas (90% da distância total) é realizada em intensidade (velocidade) inferior a 15km/h (CASTAGNA et al, 2007; SPINKS et al, 2002). Além disso a maior distância percorrida por um árbitro em linha reta (sem mudança de direção) fica em torno de

35-40m (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA et al, 2007; Da SILVA et al, 2008). Contudo, reforçando a necessidade da resistência aeróbica, foi demonstrado que árbitros de futebol percorrem em média 10km durante uma partida oficial, sendo esta distância semelhante a percorrida por um jogador profissional que atua na zona central de jogo (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA et al, 2007; BANGSBO et al, 2008; Da SILVA et al, 2008; CASTILHO et al, 2017). Da mesma forma, os jogadores profissionais de futebol também percorrem apenas uma pequena parcela da distância total (5,3% para volantes e 8,9% para meia de ligação) em ações de alta intensidade (>15km/h) (CARLING et al, 2012) e, portanto, apresentam semelhanças importantes com o deslocamento dos árbitros (WESTON et al, 2007).

Em resumo, de acordo com as características fisiológicas observadas nos diversos estudos supracitados, fica evidente a importância do componente aeróbico nos árbitros de futebol. Por outro lado, os parâmetros fisiológicos obtidos durante as partidas devem servir como fundamentos básicos tanto para a preparação quanto para a avaliação física dos árbitros.

1.3 Avaliação da Aptidão Física – Bateria de testes da FIFA

Desde 1989 a *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), através do Comitê de arbitragem desenvolve uma bateria de testes específica para o árbitro de futebol de campo. Contudo, na literatura científica, seja ela nacional ou internacional, não existe consenso sobre a especificidade, confiabilidade e a validade dos testes utilizados pela FIFA para avaliação física dos árbitros (CASTAGNA et al, 2012; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; RONTYANNIS et al, 1998; CASTAGNA et al., 2007). Entretanto, desde a obrigatoriedade da execução dos testes em 1989, a FIFA promoveu inúmeras mudanças iniciando pela simples alteração da ordem das provas até a substituição completa dos testes (Da SILVA, 2005). Confirmando esta afirmativa, no ano de 2016 a FIFA novamente trouxe modificações na bateria de testes (FIFA, 2016a; FIFA 2016b). Dentre as modificações, as que mais chamam atenção foram a inserção de um teste de agilidade específico ao árbitro assistente, a diferenciação no teste de Sprint repetido (RSA – Figura 1), mantendo o teste (6x40 metros – Figura 1A) para árbitros e modificando o aplicado aos árbitros assistentes (5x30m – Figura 1B), e a redução na

distância percorrida a cada tiro no teste aeróbico intermitente (de 20x150-50m passando para 40x75-25m - Figura 2). Cabe ressaltar que no teste aeróbico, a única diferença está na distância de cada tiro, pois o volume total (4000m) e a intensidade (150-50m deveriam ser percorridos em 30-30seg, agora os 75-25m devem ser percorridos em 15-15seg) foram mantidas (FIFA, 2016b).

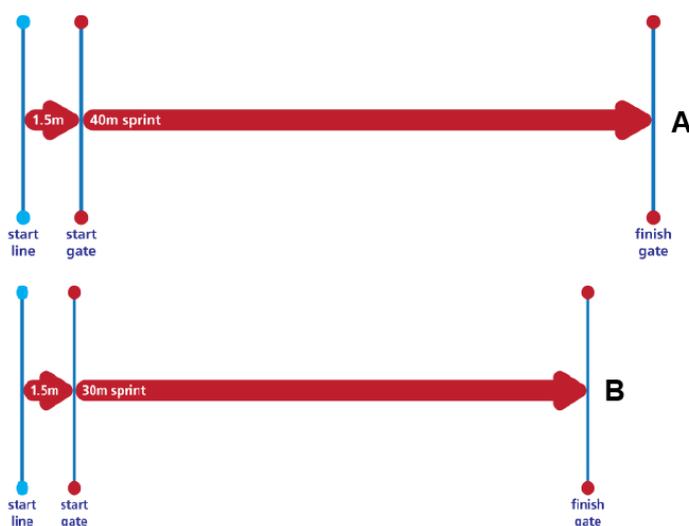


Figura 1. Teste de Sprint repetido de 40m para árbitros (A) e de 30m para árbitros assistentes (B) (FIFA, 2016b). Fotocélulas devem ser posicionadas nas marcas de início (start gate) e nas respectivas distâncias finais (finish gate). Os árbitros devem iniciar o teste com um dos pés sobre a linha de início (start line - a 1,5m da fotocélula [start gate]), após sinal dos cronometristas o árbitro inicia o seu deslocamento quando preferir. Árbitros devem percorrer os 40m em menos de 6s, e os árbitros assistentes devem percorrer os 30m em tempo inferior a 4,7s. Em caso de o árbitro não alcançar o índice mínimo o avaliador indicará uma advertência, permitindo ao árbitro um tiro adicional. Caso o mesmo árbitro falhe em alcançar o tempo mínimo pela segunda vez, este é considerado reprovado e terá uma nova oportunidade em um período não menor do que 30 dias.

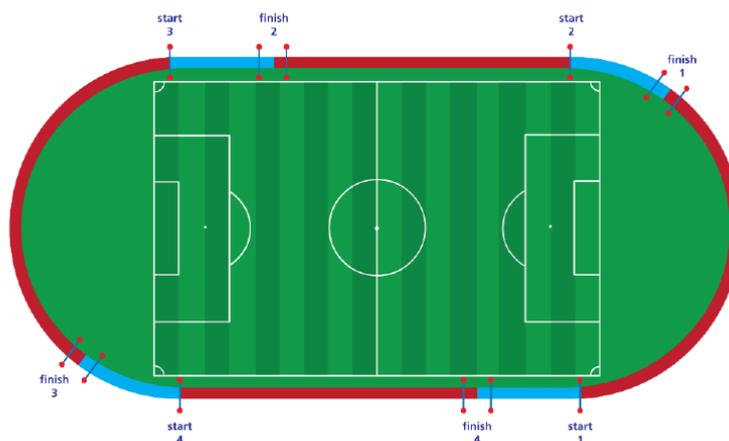


Figura 2. Esquema demonstrativo do teste aeróbico (75-25m) para árbitros e árbitros assistentes (FIFA, 2016b). Os árbitros devem completar 40 tiros de 75m de corrida intervalados (área em vermelho) com 25m de caminhada (área em azul). Isto equivale a 4,000m (10 voltas em uma pista padrão de atletismo de 400m). O ritmo de todo o teste é ditado por sinais sonoros, tendo suas frequências determinadas de acordo com a categoria dos árbitros avaliados (15-18s para árbitros e 15-20s para árbitros assistentes). Para iniciar o teste, os árbitros devem posicionar-se sobre as linhas de início (start). Não é permitido que os árbitros iniciem seu deslocamento antes do sinal sonoro. A sequência normal do teste é seguida quando os árbitros alcançam a área de caminhada (ultrapassam a linha de chegada [finish]) antes do fim do sinal sonoro. A área de caminhada (azul) é demarcada com linhas posicionadas a 1,5m antes e depois da marca de 75m (área de desaceleração). Em caso do árbitro não alcançar a área de desaceleração antes do sinal sonoro, o avaliador indicará uma advertência. Caso o mesmo árbitro falhe em alcançar a marca pela segunda vez, este é considerado reprovado e terá uma nova oportunidade em um período não menor do que 30 dias.

Na literatura pouco se discute sobre o teste de sprints repetidos aplicado aos árbitros e árbitros assistentes. Por outro lado, o protocolo aeróbico é extensamente debatido. Como previamente relatado, 90% da distância total percorrida pelos árbitros durante uma partida oficial é realizada em intensidade (velocidade) inferior a 15km/h (CASTAGNA et al, 2007; SPINKS et al, 2002) e a maior distância percorrida em linha reta (sem mudança de direção) fica em torno de 35-40m (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA et al, 2007; Da SILVA et al, 2008). Apenas estas informações já demonstram a falta de especificidade (corrida sem mudança de direção) bem como a sobrecarga excessiva (600segundos ou 3000m de corrida de alta intensidade >18km/h percorrida durante 20 minutos) do teste aeróbico aplicado pela FIFA. Além disso, quando o objetivo da avaliação da aptidão física está voltado a obtenção de parâmetros para aprimoramento das cargas de treinamento, o padrão de movimento específico com a função do jogador (meio campista, zagueiro, lateral)

ou do árbitro (de campo ou assistente) deve ser considerado (ZAGATTO et al, 2016). Resumidamente, um árbitro muda sua ação motora/direção de deslocamento a cada 4 segundos de jogo (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; CASTAGNA et al, 2007), raramente alcançando distâncias superiores a 40m, por outro lado, a FIFA os submete a 40 tiros de 75m em sua bateria de avaliação física (FIFA, 2016b). Portanto, conclui-se que os testes utilizados pela FIFA, atualmente, para avaliação da aptidão física dos árbitros e árbitros assistentes, não possuem relações diretas com o desempenho das partidas e tampouco fornece parâmetros fisiológicos para serem utilizados para controle das cargas de treinamento. Tanto é que a partir de 2014 além da bateria oficial de testes, a FIFA (2016b) indica que sejam realizados testes de campo, chamados de testes “*complementares*”, sendo indicado dois protocolos de Yo-Yo adaptados para árbitros (Yo-Yo Dinâmico – Figura 3) e para árbitros assistentes (ARIET – Figura 4). Contudo, cabe ressaltar que destes dois testes “*complementares*”, apenas o teste para assistentes possui validade científica (CASTAGNA et al, 2012).

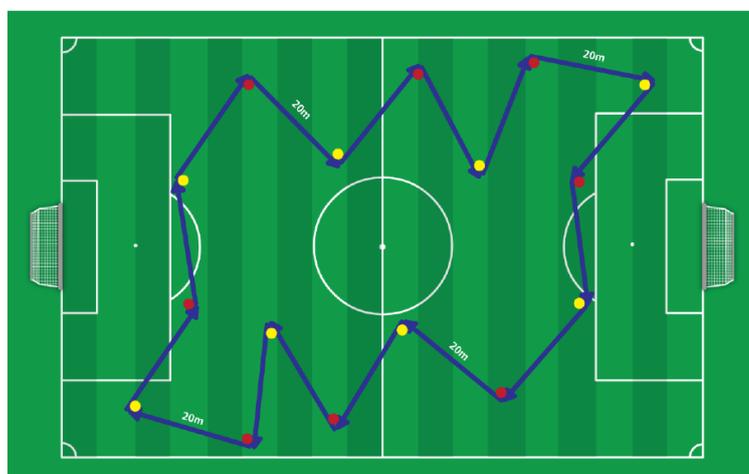


Figura 3. Esquema demonstrativo do teste aeróbico complementar (Yo-Yo Dinâmico) para árbitros (FIFA, 2016b). Importante que as marcações sejam realizadas com cones de duas cores diferentes (ex. vermelho e amarelo) e que cada cone, vermelho e amarelo, estejam posicionados precisamente a uma distância de 20 metros. Os árbitros podem iniciar a partir de qualquer cone. É recomendado que este teste seja realizado em grupo, entretanto, é permitido que no máximo dois árbitros sejam posicionados em cada marca. O árbitro que inicia o teste em um cone amarelo deve correr até o próximo cone vermelho, mudar a direção no sentido do próximo cone amarelo. Ao alcançar o cone amarelo deverá realizar uma pausa (recuperação passiva). O árbitro que inicia o teste em um cone vermelho deve correr até o próximo cone amarelo, mudar a direção no sentido do próximo cone vermelho. Ao alcançar o cone vermelho deverá realizar uma pausa (recuperação

passiva). Toda a movimentação deve ser realizada sequencialmente de acordo com os sinais sonoros. Em resumo, o teste consiste em tiros com mudança de direção a cada 20m e com uma pausa passiva a cada 40m. Toda a movimentação é ditada por sinais sonoros e os árbitros devem segui-lo até alcançar os níveis mínimos pré-determinados. Em caso de um árbitro falhar ao alcançar o seu cone de pausa passiva (40m), ele deverá receber, do instrutor, um aviso claro referente a sua infração. Em caso de uma segunda infração, o instrutor deverá informar que o árbitro finalizou o teste.

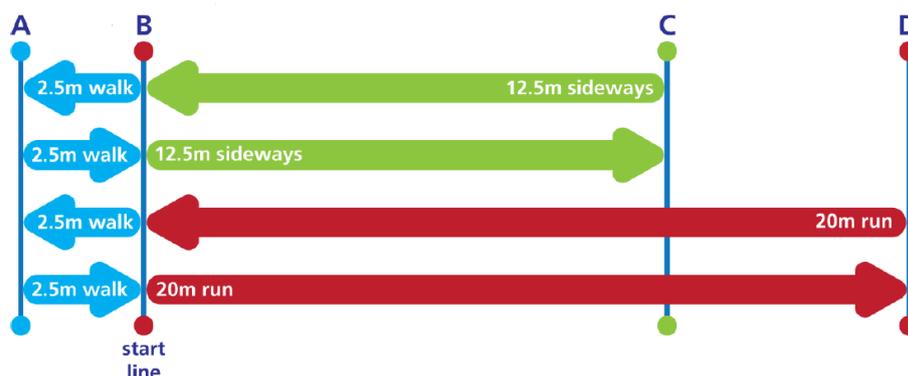


Figura 4. Esquema demonstrativo do teste aeróbico complementar (Yo-Yo Intermittent Endurance 2 - ARIET) para árbitros assistentes (FIFA, 2016b). A distância entre os cones posicionados na linha A e a Linha B é de 2,5m. A distância entre B e C é 12,5m. A distância entre B e D é 20m. Os árbitros assistentes devem estar parados com os pés posicionados na linha inicial (start line). O teste é realizado nesta seqüência:

- a) corrida frontal de 20m (B para D), meia volta e outra corrida frontal de 20m (D para B).
- b) caminhada de 2,5m (B para A), meia volta e caminhada de 2,5m (A para B).
- c) corrida lateral de 12,5m (B para C), retornar em corrida lateral para o mesmo lado 12,5m (C para B).
- d) caminhada de 2,5m (B para A), meia volta e caminhada de 2,5m (A para B).

O ritmo do teste é ditado por sinais sonoros que determinam cada estágio, bem como cada período de intervalo do teste. O posicionamento inicial requer que o árbitro assistente esteja parado em pé com seus pés sobre a linha inicial (start line – B). O sinal sonoro ditará o ritmo da corrida e para avaliação deste ritmo, a cada sinal sonoro o árbitro assistente deverá estar com um dos pés sobre as linhas pré-determinadas (B, C ou D). Para tanto, o avaliador deve auxiliar indicando claramente possíveis correções no início do teste. Em caso do árbitro assistente falhar ao alcançar uma das marcas uma vez, deverá ser claramente indicado a sua infração como advertência. Na segunda falha ao alcançar a marca o avaliador deverá informar claramente que o teste foi encerrado.

1.4 Testes de campo Intermitentes (Yo-Yo)

Comumente, a capacidade física dos atletas e árbitros de futebol tem sido investigadas através de protocolos contínuos como o protocolo de Léger (vai e vem de 20m), o teste de Cooper de 12 minutos de corrida ou através de testes de $VO_{2\text{pico}}$ em esteira (LÉGER e LAMBERT, 1982; Da SILVA, 2005). Entretanto, considerando todas as evidências supracitadas, a relevância, a validade e a especificidade destes testes tem sido questionada (CASTAGNA et al, 2005; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; KRUSTRUP et al, 2003). Considerando esta discussão, foi então criado o teste de Yo-Yo (BANGSBO, 2008), o qual rapidamente se tornou um dos protocolos de aptidão aeróbica mais estudados na ciência esportiva (BANGSBO et al, 2008). O desenvolvimento dos testes de Yo-Yo foi inspirado no teste intermitente de Léger, onde os participantes percorrem os mesmos 20m com ida e volta (vai e vem), contudo, nos protocolos de Yo-Yo intermitente cada ida e volta é intercalada com um período de recuperação (BANGSBO et al, 2008). Desta forma, o período de recuperação classifica o teste de Yo-Yo em pelo menos duas categorias, sendo, uma de recuperação intermitente (Intermittent Recovery - YYIR) que fornece 10s de recuperação, e uma de Resistência intermitente (Intermittent Endurance - YYIE) que proporciona apenas 5s de recuperação entre cada ida e volta de 20m (BANGSBO et al, 2008; KRUSTRUP et al., 2015). Cabe ressaltar que ambos os protocolos, seja o YYIR ou o YYIE são testes progressivos e máximos, ou seja, os protocolos foram elaborados de forma a elevar a velocidade de deslocamento até a exaustão voluntária do participante (BANGSBO et al, 2008; KRUSTRUP et al., 2015). Entretanto, além da diferenciação de acordo com o intervalo, os testes de Yo-Yo possuem também outra categorização de acordo com a intensidade (nível) inicial do protocolo (BANGSBO et al, 2008). Os protocolos YYIR1 e o YYIE1 iniciam com uma velocidade mínima de 10km/h e 8km/h, respectivamente, já os protocolos YYIR2 e o YYIE2 iniciam com velocidades mínimas de 13km/h e 11,5km/h. Sendo assim, estas diferentes abordagens do protocolo permitem aos pesquisadores aplicar os protocolos mais indicados para, além de investigar a evolução física dos sujeitos, classificar os resultados de acordo com o nível de condicionamento individual, bem como, ajustar o protocolo de acordo com o seu tempo disponível, considerando que o tempo disponível para avaliações físicas, em geral, é extremamente escasso (BANGSBO et al, 2008; CASTAGNA et al, 2007; CATAGNA et al, 2012; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; KRUSTRUP et al., 2015).

Do ponto de vista fisiológico, quando comparados os protocolos YYIR1 e YYIR2 com o protocolo máximo realizado em esteira, é observado que o pico de frequência cardíaca ao final de ambos os testes é de $100 \pm 1\%$ e $99 \pm 1\%$ bpm, respectivamente. Portanto, conclui-se que ambos os testes estimulam ao limite a capacidade aeróbica dos sujeitos, contudo, a grande diferença dos protocolos está no grau de ativação do sistema anaeróbico. Estudos que se utilizaram tanto de biópsia muscular quanto de análise sanguínea demonstram que o nível de Creatina Fosfato ao final do teste YYIR1 é maior quando comparada ao final do teste YYIR2. Da mesma forma, a concentração de lactato ao final dos testes é maior ao final do teste YYIR2 sendo o acúmulo de lactato 5 vezes maior (KRUSTRUP et al, 2003; KRUSTRUP et al, 2006b). Desta forma, o pH muscular ao final do teste YYIR2 é menor (6.80 vs 6.98). Em outras palavras, sugere-se, portanto, que a taxa de glicólise é mais solicitada durante o teste YYIR2 (KRUSTRUP et al, 2003; KRUSTRUP et al, 2006b). Sendo assim, Bangsbo et al. 2008, relatam que a diferença entre os testes YYIR1 e YYIR2 é que o primeiro (YYIR1 velocidade inicial 10km/h) tem como principal objetivo avaliar a capacidade do sujeito desempenhar trabalho aeróbico de alta intensidade, já o segundo (YYIR2 velocidade inicial 13km/h) examina a capacidade de desempenhar atividade física intermitente com grande esforço anaeróbico combinado a uma significativa contribuição aeróbica. Em outras palavras, a simples alteração da velocidade inicial do protocolo, promove alterações importantes referente ao grau de solicitação de cada sistema energético.

Especificamente com relação a arbitragem, a FIFA (2016b) tem sugerido diferentes protocolos de avaliação para árbitros (um protocolo modificado de YYIR 1 [Yo-yo Dinâmico]) e árbitros assistentes (YYIE2 [ARIET]), sendo que destes, apenas o teste dos árbitros assistentes já possui ao menos um estudo validando seu uso (CASTAGNA et al, 2012). As ações motoras desempenhadas pelos árbitros são diferentes de acordo com sua função, árbitros movimentam-se livremente pelo campo (semelhante a ação de um jogador meio campista), já os árbitros assistentes movimentam-se em paralelo as linhas laterais do campo de jogo. Portanto, esta diferenciação nos protocolos aeróbicos determinada pela FIFA torna-se interessante. Entretanto, a aplicação do teste de Yo-Yo Dinâmico apresenta grande dificuldade, pois é necessário utilizar completamente um campo oficial de futebol, além de solicitar grande habilidade dos avaliadores tanto na marcação quanto no controle dos avaliados (passagem e chegada nos pontos demarcados dentro do intervalo de

tempo exigido). Destarte, é importante reconhecer a diferença na solicitação dos sistemas energéticos através da simples alteração da velocidade inicial do protocolo.

Buscando elevar a especificidade do teste de YYIE2 para jogadores de futebol de salão, Daros et al (2012) elaboraram uma adaptação a este protocolo (Figura 5) e desenvolveram um protocolo adaptado (YYIE2 adaptado – ADYYIE2). Portanto, considerando o trabalho de Castagna et al (2012), os aspectos fisiológicos e o padrão de deslocamento observado em árbitros de futebol de campo, seria interessante investigar a especificidade desta adaptação do teste de YYIE2 nesta população específica.

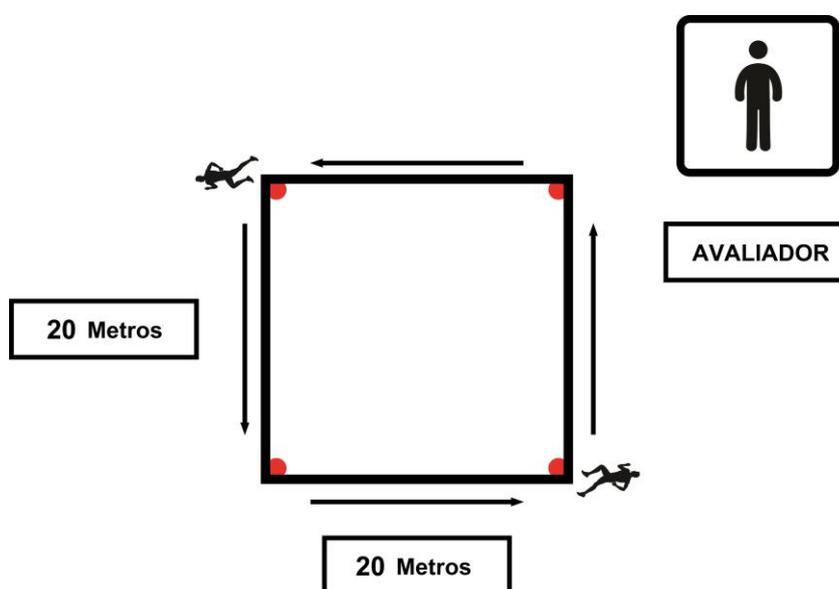


Figura 5. Esquema representativo do teste Yo-Yo de Resistência Intermitente 2 adaptado (ADYYIE2). O árbitro inicia o teste em frente ao avaliador e deverá sincronizar o sinal sonoro com os cones até sua exaustão máxima voluntária ou até que o avaliador informe o fim do teste. As marcações devem ser realizadas com ao menos duas cores diferentes de cones (ex, vermelho e amarelo), de forma a facilitar a dinâmica do teste. O árbitro é livre para realizar a corrida para o lado que preferir, no entanto, só é permitida a mudança de sentido após alcançar a posição inicial, ou seja, após realizar uma volta completa no percurso de 80m. A dinâmica do teste é semelhante ao Yo-Yo (vai e vem), ou seja, após o início da corrida, ao primeiro sinal o árbitro deverá estar com, ao menos, um dos pés alinhados com a primeira marcação (cone amarelo) e ao ouvir o segundo sinal o árbitro deverá ter, ao menos um dos pés, alinhados com o segundo cone (vermelho). Sempre que o árbitro alcançar o cone da mesma cor do qual ele tenha iniciado o teste, este deverá realizar um intervalo de recuperação passiva (parado) e aguardar o próximo sinal sonoro para prosseguir no teste. Em suma, no caso do árbitro largar no cone vermelho, ao alcançar o cone amarelo (20m) ele deverá sincronizar com o sinal sonoro e mudar sua direção de forma a se direcionar ao próximo cone vermelho (20m). Portanto, a cada 40m o árbitro terá um intervalo de recuperação passiva.

1.5 JUSTIFICATIVA

Até o momento não existe consenso sobre a especificidade, confiabilidade e a validade dos testes utilizados pela FIFA para avaliação física dos árbitros (CASTAGNA et al, 2012; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; RONTYANNIS et al, 1998; CASTAGNA et al., 2007). Além da discussão sobre a especificidade e validade dos testes, a elevada incidência de lesão encontrada nos árbitros durante os treinamentos e jogos (BIZZINI et al, 2009; BIZZINI et al, 2011) e, principalmente durante os testes físicos (PAES et al, 2011), reforçam ainda mais a necessidade do desenvolvimento de um protocolo específico para avaliação aeróbica dos árbitros de futebol. Em outras palavras, a descoberta de um teste mais específico, válido, de rápida e fácil aplicação, de baixo custo e que possa ser incorporado nas rotinas de treinamento dos árbitros é de extrema importância, pois protocolos bem estabelecidos podem auxiliar as instituições regulamentares do futebol (FIFA, CBF, FPF) no selecionamento e direcionamento dos árbitros melhor preparados para os jogos mais importantes, bem como podem reduzir significativamente a incidência de lesão.

Atualmente o teste de Yo-Yo Dinâmico parece ser uma boa opção para os árbitros, considerando o padrão motor com várias mudanças de direção em diferentes angulações a cada 20m. Entretanto, para realização deste protocolo específico para árbitros de futebol é necessário o uso da área completa de um campo de futebol oficial, além de exigir grande perícia dos avaliadores na montagem do protocolo. Além disso, para a execução do teste de Yo-Yo Dinâmico, a FIFA (2016a) permite que até trinta e dois (32) árbitros (divididos e posicionados em duplas em cada cone) realizem o teste simultaneamente, dificultando ainda mais o controle do protocolo, exigindo no mínimo quatro (4) avaliadores para que seja possível controlar o ritmo de largada e chegada de todos os árbitros. Por fim, devido ao uso de um campo oficial e da quantidade de pontos para marcação, a utilização do protocolo de Yo-Yo Dinâmico para árbitros durante os treinamentos torna-se inviável, isto porque em geral, poucos árbitros treinam com acompanhamento de um profissional de educação física (PAES et al, 2011), e quando possuem acompanhamento este profissional não possui conhecimento dos protocolos utilizados pelas instituições. Sendo assim, buscando uma forma mais específica e, principalmente mais prática do ponto de vista da montagem, controle de

desempenho e execução do protocolo de avaliação aeróbica do árbitro, sugere-se a investigação do protocolo de ADYYIE2 (figura 5). Em resumo, espera-se que o protocolo ADYYIE2 possa sanar grande parte das dificuldades encontradas até hoje, tanto pelas instituições regimentais do futebol quanto para certos problemas de saúde, que envolvem os árbitros durante os treinamentos, testes e jogos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Adaptar o teste aeróbico de Yo-Yo de Resistência intermitente nível II para avaliar a capacidade aeróbica dos árbitros de futebol de campo.

2.1.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) Avaliar as diferenças no consumo de oxigênio de acordo com o padrão de movimento.
- b) Estabelecer o grau de relacionamento entre o teste aeróbico máximo em campo com o teste de esteira rolante em laboratório.
- c) Investigar a correlação entre os parâmetros fisiológicos obtidos nos testes máximo com o desempenho físico durante partidas oficiais.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi aprovado pelo CEP - Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do HC/UFPR (protocolo 015813/2014), e está de acordo com a resolução nº 466/12 do CNS - Conselho Nacional de Saúde.

Foram convidados todos os árbitros que participaram da bateria de testes físicos aplicada pela Federação Paranaense de Futebol (FPF) realizados no início da temporada (2014-15). Neste primeiro momento, breves explicações foram fornecidas de forma geral a todos os participantes da Bateria Oficial da FPF. Após isso, os árbitros que demonstravam interesse em participar do estudo, e tinham sido aprovados nos testes físicos aplicados pela FPF, foram randomicamente contactados por telefone e maiores explicações sobre os procedimentos do estudo foram fornecidas. Antes de iniciar a primeira avaliação física (antropometria) todos os voluntários receberam um termo de consentimento por escrito. Após a leitura do termo de consentimento, todas as dúvidas, se existentes, eram sanadas verbalmente. Os testes só foram iniciados após a entrega do termo de conhecimento assinado. Entretanto, foi reforçado que os voluntários estavam livres a interromper sua participação no estudo a qualquer momento.

A amostra total foi composta por 16 árbitros profissionais vinculados a FPF com as seguintes características: idade média de $28,81 \pm 6,45$ anos, $7,31 \pm 4,30$ anos de experiência em arbitragem, altura média de $1,77 \pm 0,05$ m, massa corporal de $71,69 \pm 6,64$ kg e percentual de gordura (%G) de $13,76 \pm 2,48$ %.

3.1 Avaliação Antropométrica

Para avaliação da estrutura morfológica dos árbitros, antes da realização dos testes foram mensuradas as variáveis antropométricas de massa corporal e estatura. A espessura das dobras cutâneas (tricipital, subescapular, peitoral, axilar média, supra-ílica, abdominal vertical, coxa media e perna medial). Com estes dados foi determinada a densidade corporal (Jackson e Pollock, 1978) e o percentual de gordura (Siri, 1961) como forma de caracterização de amostra.

3.2 Desenho experimental

Este trabalho foi dividido em três estudos, sendo:

- 1) Comparação entre o teste proposto (ADYYIE2) e um teste em esteira de laboratório;
- 2) Comparação entre o teste proposto (ADYYIE2) e o teste YYIE2 já validado para jogadores de futebol;
- 3) Comparação de parâmetros fisiológicos obtidos nos testes físicos com parâmetros coletados durante partidas oficiais.

No primeiro e segundo estudos a amostra foi avaliada em cada protocolo em dois momentos diferentes de forma individualizada e aleatória. No Estudo 1, um protocolo foi desempenhado no laboratório (esteira) e outro no campo (ADYYIE2, Figura 5). Já no estudo 2, os árbitros foram avaliados no teste YYIE2 padrão (vai e vem) e os resultados foram comparados ao ADYYIE2 (Figura 5). Em ambos os estudos foram realizados dez (10) minutos de atividade de moderada intensidade (8km/h) como aquecimento para os protocolos. O teste foi iniciado após um intervalo passivo de 5min. Todos os testes foram executados entre 14 e 16horas. A segunda sessão foi desempenhada dentro de um intervalo de 24 a 48 horas após a primeira. Foram tomados cuidados para que os árbitros participantes não realizassem sessões de treinamento intensas ou arbitrassem jogos oficiais no intervalo entre as sessões.

O consumo de oxigênio (VO_2) foi mensurado diretamente (respiração a respiração) durante todas as sessões para avaliação da ventilação e das concentrações de O_2 e CO_2 através de um sistema de análise de gás portátil (COSMED, K4B², ROMA, ITALIA). A unidade portátil, a bateria e a cinta para mensuração da frequência cardíaca foram fixadas junto ao participante. A frequência cardíaca (FC) foi continuamente mensurada e armazenada pelo próprio aparelho (k4b²). Antes do início de cada teste foram realizados os procedimentos de calibração de acordo com o manual fornecido pelo fabricante do aparelho. O $VO_{2\text{pico}}$ foi considerado como a maior média de consumo de O_2 durante 30s de exercício, somado ao menos com mais dois destes critérios: Frequência cardíaca (FC) > máxima predita pela idade ($220 - \text{idade}$); relação da troca respiratória ($RER = VCO_2/VO_2$) de 1.04 ou maior; e a obtenção de um platô de VO_2 (variação <

2.1ml/kg/min entre os dois últimos estágios do protocolo). A $vVO_{2\text{pico}}$ foi considerada como a menor velocidade de deslocamento onde o $VO_{2\text{pico}}$ foi observado.

3.2.1 Protocolo em esteira

O teste incremental máximo foi desempenhado em esteira rolante (Imbramed ATL, Inbrasport, Brasil), como previamente utilizado em outros estudos (Da SILVA et al, 2011; PAES e FERNANDEZ, 2016). O teste teve uma característica máxima e progressiva com uma velocidade inicial foi 8km/h, e foram realizados incrementos de 1km/h a cada minuto até a exaustão voluntária. A esteira foi mantida a uma inclinação de 1% durante todo o teste. Os participantes foram constantemente encorajados e incentivados a alcançarem seu máximo durante o protocolo. Após o término do teste (exaustão individual) foi realizado uma recuperação ativa de três (3) minutos a uma velocidade de 6km/h. O ambiente era climatizado, sendo que a temperatura e umidade ambiental médias foram de $26 \pm 1,41$ e $46,5 \pm 6,02$, respectivamente.

3.2.2 Teste de Yo-Yo de Resistência Intermitente 2 (YYIE2)

Um dos testes máximos realizados em campo foi o teste de YYIE2. O teste de YYIE2 trata-se de um protocolo de corrida intermitente de 20m com mudanças de direção de 180 graus (vai e vem) com intervalo ativo (5s com caminhada de 5m). Neste protocolo, a velocidade se eleva progressivamente seguindo o sinal sonoro até a exaustão voluntária do participante. A velocidade inicial do teste é de 11,5km/h, nos três primeiros estágios um incremento de 1,0km/h é realizado e a partir do quarto estágio incrementos de 0.25km/h são realizados até a exaustão do participante. Os participantes foram constantemente encorajados e incentivados a alcançarem seu máximo esforço durante o protocolo.

3.2.3 Teste adaptado de Yo-Yo de Resistência Intermitente 2 (ADYYIE2)

O teste ADYYIE2 segue os mesmos procedimentos do teste YYIE2 (elevação da intensidade seguindo sinal sonoro) até a exaustão voluntária do participante. Contudo, a principal diferença é o padrão de movimento onde os participantes executam mudanças de direção de 90 graus e, portanto, cada participante deve percorrer um quadrado de 400m² (Figura 5). Outra diferença entre o protocolo padrão é que os intervalos (5s) são realizados de forma passiva (parada) a cada

40m. Este protocolo foi inicialmente proposto por Daros et al, (2012) e modificado para melhor adequar-se aos árbitros de futebol. Os participantes foram constantemente encorajados e incentivados a alcançarem seu máximo esforço durante o protocolo.

O procedimento para execução do teste foi o seguinte: o árbitro inicia o mesmo em frente ao avaliador e deverá sincronizar o sinal sonoro com os cones até sua exaustão máxima voluntária ou até que o avaliador informe o fim do teste. As marcações devem ser realizadas com ao menos duas cores diferentes de cones (ex, vermelho e amarelo), de forma a facilitar a dinâmica do teste. O árbitro é livre para realizar a corrida para o lado que preferir, no entanto, só é permitida a mudança de sentido após alcançar a posição inicial, ou seja, após realizar uma volta completa no percurso de 80m. A dinâmica do teste é semelhante ao Yo-Yo (vai e vem), ou seja, após o início da corrida, ao primeiro sinal o árbitro deverá estar com, ao menos, um dos pés alinhados com a primeira marcação (cone amarelo) e ao ouvir o segundo sinal o árbitro deverá ter, ao menos um dos pés, alinhados com o segundo cone (vermelho). Sempre que o árbitro alcançar o cone da mesma cor do qual ele tenha iniciado o teste, este deverá realizar um intervalo de recuperação passiva (parado) e aguardar o próximo sinal sonoro para prosseguir no teste. Em suma, no caso do árbitro largar no cone vermelho, ao alcançar o cone amarelo (20m) ele deverá sincronizar com o sinal sonoro e mudar sua direção de forma a se direcionar ao próximo cone vermelho (20m). Portanto, a cada 40m o árbitro terá um intervalo de recuperação passiva.

3.2.4 Desempenho durante as partidas

Foram utilizadas oito (8) partidas oficiais do campeonato Paranaense série A no ano de 2014. Todas as partidas tiveram início as 16h.

Antes do início das partidas os árbitros desenvolviam um aquecimento padrão e específico, comumente utilizado. Após o aquecimento, eles retornavam ao vestiário para vestir o uniforme oficial e concluir ajustes no equipamento de rádio comunicador. Neste momento, o autor do trabalho realizava a instalação dos dispositivos GPS no braço dos árbitros (Figura 6).

Para análise dos dados durante partidas oficiais foi contabilizado a distância total percorrida (DT), a velocidade máxima ($V_{m\acute{a}x}$), quantidade de corridas de alta intensidade (CAI) e a quantidade de Sprints. Os limiares para determinação das

intensidades de corrida seguiram o proposto por Krustup e Bangsbo (2001), sendo CAI deslocamentos com velocidades $>15\text{km/h}$ e Sprint deslocamentos com velocidades $>25\text{km/h}$. Contudo, devido a baixa quantidade de Sprints realizados pelos árbitros durante as partidas, estes dados foram somados ao total de atividades de alta intensidade, sendo resumidas em apenas uma variável ($>15\text{km/h}$) para as análises estatísticas. Todos os dados de deslocamento dos árbitros durante as partidas foram coletados com o dispositivo GPS QStarz na frequência de 5hz (Modelo BT-Q1300ST, Osposrts, Taipei, Taiwan). Os dados dos dispositivos GPS foram baixados com o programa próprio do dispositivo. Contudo, as análises das velocidades de acordo com os limiares foram realizadas através de um programa específico (F-GPS) produzido pelo mesmo fabricante do dispositivo, mas fornecido paralelamente no site da empresa (Osposrts, Taipei, Taiwan - <http://www.onesports.com.br/#onesports>).



Figura 6. Dispositivo GPS instalado na região do braço direito de um voluntário.

3.4 Análise Estatística

Os dados são apresentados através de seus valores médios e respectivo desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk test. A comparação entre os testes foi realizada através do teste *t de student* pareado. O Coeficiente de Correlação de Pearson foi usado para investigar a relação entre os dados obtidos nos testes e também para correlacionar os parâmetros fisiológicos dos testes com as variáveis obtidas durante os jogos oficiais. Os limiares de correlação foram categorizados de acordo com o sugerido por Hopkins et al (2009), sendo de magnitude pequena, moderada, grande, muito grande e extremamente grande ($r < 0,3$; $< 0,5$; $< 0,7$ e $< 0,9$; $> 0,9$). A análise do tamanho do efeito de Cohen também foi utilizada, sendo categorizadas em efeito de magnitude grande, muito grande ou extremamente grande ($d > 0.3$; $d > 0.5$; $d > 0.7$;

respectivamente). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa GraphPad Prism, versão 6.0 para Windows (GraphPad Inc., USA) e os valores de $p < 0.05$ foram considerados como estatisticamente significantes.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados Estudo 1 - Teste em Esteira vs ADYYIE2

Uma amostra de 12 árbitros com idade média de $28,00 \pm 6,17$ anos e $7,08 \pm 4,27$ anos de experiência profissional realizaram os testes em esteira e em campo (ADYYIE2). Estes árbitros apresentaram as seguintes características antropométricas: estatura média de $1,77 \pm 0,04$ m, massa corporal de $70,75 \pm 7,18$ kg e um %G de $14,66 \pm 1,91$ %.

A Tabela 1 contém os resultados obtidos no teste em laboratório (protocolo em esteira) e no teste em campo (ADYYIE2).

O tempo até a exaustão no protocolo em esteira foi de $608,33 \pm 83,32$ segundos, valores significativamente maiores que os observados no protocolo ADYYIE2 de $295,70 \pm 81,92$ segundos ($p=0,0001$). Neste parâmetro foi encontrada correlação de magnitude “*moderada*” entre os protocolos ($r=0,4959$; 95%IC= -0,1091 a 0,8329) [Tabela 1].

A distância total percorrida durante ambos os protocolos foram $2098,61 \pm 425,72$ e $1025,83 \pm 304,89$ metros, para o protocolo em esteira e o ADYYIE2, respectivamente (Tabela 1). Foi encontrada uma diferença significativa em relação a distância total percorrida até a exaustão entre os protocolos ($p<0,0001$). A correlação encontrada entre este parâmetro de ambos os protocolos foi “*grande*” ($r=0,655$; 95%IC= 0,1307 a 0,8394).

O $VO_{2\text{pico}}$ mensurado durante os protocolos não foi diferente, sendo $49,61 \pm 4,58$ e $52,40 \pm 5,70$ ml/kg/min para o protocolo em esteira e para o protocolo ADYYIE2, respectivamente ($p=0,0518$). Além disso, um coeficiente de correlação “*grande*” foi observado ($r=0,648$; 95%IC= 0,1178 a 0,8907) (Tabela 1).

A $vVO_{2\text{pico}}$ encontrada no protocolo em esteira foi significativamente menor que o encontrado no protocolo ADYYIE2, sendo $11,83 \pm 0,72$ km/h e $13,16 \pm 0,91$ km/h, respectivamente ($p=0,0005$). Além disso, foi encontrada uma “*moderada*” correlação deste parâmetro entre os protocolos ($r=0,324$; 95%IC= -0,3074 a 0,7571) (Tabela 1).

Tabela 1. Diferenças, efeito tamanho e correlação entre os parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em esteira e em campo (ADYYIE2).

	Esteira	ADYYIE2	Média das diferenças	Tamanho do efeito (d)	Correlação (r ²)	p
Tempo até a exaustão (s)	608,33 ± 83,32	295,70 ± 81,92*	312,62	3,78	0,246	0,1011
Distância total (m)	2098,61 ± 425,72	1025,83 ± 304,89	1072,77	2,90	0,430	0,0207*
VO_{2pico}(mL/kg/min)	49,61 ± 4,58	52,40 ± 5,70	2,79	-0,53	0,419	0,0227*
vVO_{2pico} (km/h)	11,83 ± 0,72	13,16 ± 0,91*	1,33	-1,62	0,104	0,3046
HR_{máx} (bpm)	188 ± 5,15	184 ± 5,14*	4,00	0,77	0,428	0,0580

*p<0,05 vs Esteira

A frequência cardíaca máxima (FC_{máx}) encontrada no protocolo em esteira foi de 188,25 ± 5,15 e 184,25 ± 5,14 bpm para o teste ADYYIE2. Foi encontrada diferenças significativas quando comparado este parâmetro de ambos os protocolos (p=0,0152). Uma correlação “grande” foi observada com relação a FC_{máx} obtida nos protocolos (r=0,561; 95IC=-0,0198 a 0,8584) (Tabela 1).

Foi encontrada uma correlação de magnitude “grande” (r=0,60) entre as distâncias percorridas até a exaustão entre os protocolos (p=0,036) (Gráfico 1). Embora ambos os protocolos se encontram na mesma classificação categorica de acordo com os limiares de Hopkins et al (2009), a equação do teste ADYYIE2 apresenta uma estimativa aproximadamente 13% superior ao teste em esteira (r²=0,3682 no teste ADYYIE2 vs r²=0,2390 no teste em esteira). Portanto, teoricamente o VO_{2pico} pode ser estimado com maior precisão relativa através do protocolo adaptado (ADYYIE2) a partir da seguinte equação:

$$VO_{2pico} (ml/min/kg) = 0,01135 \times \text{Distância obtida no ADYYIE2} (m) + 40,76$$

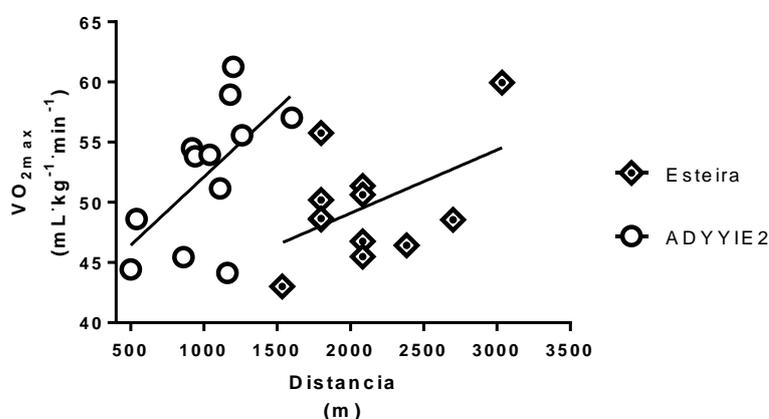


GRÁFICO 1. Relação individual entre o Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2pico}) e a distância total percorrida durante os protocolos (Esteira= 0.005262x + 38,57; ADYYIE2= 0.01135x + 40.76). No testes em esteira aparecem apenas 11 valores, devido a sobreposição de valores semelhantes (48,58 e 48,65 mL/kg/min).

Por outro lado, a especificidade do protocolo de campo pode ser melhor evidenciada pela correlação negativa encontrada entre o VO_{2pico} e o %G (Tabela 2). A Tabela 2 apresenta as correlações entre o VO_{2pico} e outros parâmetros fisiológicos obtidos em cada um dos protocolos.

Tabela 2. Correlação entre o Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2pico}) e demais parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em esteira e em campo (ADYYIE2).

ADYYIE2	VO_{2pico}			
	Correlação (r)	CI95%	r ²	p
Tempo até a exaustão (s)	0,6076	0,0515 to 0,8761	0,3692	0,0361*
Distância (m)	0,6068	0,0530 to 0,8758	0,3682	0,0364*
Massa (kg)	-0,0185	-0,5615 to 0,5863	0,0003	0,9545
%G	-0,7074	-0,9113 to -0,2245	0,5004	0,0101*
v VO_{2pico} (km/h)	0,6503	0,1217 to 0,8915	0,4229	0,0221*
HR _{máx} (bpm)	-0,2370	-0,3901 to 0,7139	0,0561	0,4583
Esteira				
Esteira	VO_{2pico}			
	Correlação (r)	CI95%	r ²	p
Tempo até a exaustão (s)	0,6340	0,0943 to 0,8857	0,4020	0,0268*
Distância (m)	0,4888	-0,1184 to 0,8300	0,2390	0,1068
Massa (kg)	0,1560	-0,6700 to 0,4591	0,0243	0,6282
%G	-0,0360	-0,5977 to 0,5493	0,0013	0,9113
v VO_{2pico} (km/h)	0,2272	-0,3989 to 0,7088	0,0516	0,4777
HR _{máx} (bpm)	-0,1538	-0,6688 to 0,4609	0,0236	0,6332

Os valores do efeito tamanho (d) apresentados na Tabela 1 mostram que a amostra (12 árbitros) foi suficiente para reduzir o erro tipo II a valores inferiores a 80%.

4.1.2 Discussão Estudo 1

O objetivo deste estudo foi desenvolver um novo e específico teste para avaliar a capacidade aeróbica dos árbitros de futebol. Este estudo foi o primeiro que mensurou o $VO_{2\text{pico}}$ diretamente durante o desempenho de um protocolo de teste do tipo Yo-Yo e o principal resultado encontrado é que a mudança de direção pode influenciar os parâmetros fisiológicos avaliados durante os testes físicos. Portanto, para minimizar a incidência de lesão e otimizar a carga de treinamento, seria crucial que as avaliações em campo utilizassem padrão de movimento mais semelhante aquela desempenhada pelos árbitros durante as partidas.

A distância total encontrada durante o teste ADYYIE2 (1025m) é próxima aquelas observadas por Bangsbo et al (2008) em jogadores meio campistas (800 a 1300metros), contudo, inferior a relatada por Castagna et al (2012) em três níveis de jogadores de futebol, por Daros et al (2012) em jogadores de futebol sub17 e por Bradley et al (2011) que avaliaram vários níveis e jogadores de futebol. Esta variação apresentada por jogadores ou árbitros de futebol reforçam que a distância total depende do nível (regional, nacional, internacional, elite) dos sujeitos avaliados. Portanto, considerando que a amostra contou com árbitros de elite do estado do Paraná, os resultados deste estudo estão de acordo com a literatura.

A distância total percorrida durante testes máximos é diretamente ligada ao tempo de exaustão. Neste estudo, o tempo até a exaustão durante o teste máximo em esteira foi semelhante aquele relatado por Castagna et al (2012) em árbitros assistentes. A diferença encontrada no tempo até a exaustão e a distância total entre os protocolos de esteira e o teste ADYYIE2 utilizados neste estudo foi principalmente devido a diferença na velocidade inicial dos protocolos (8km/h no teste de esteira e 11,5km/h no teste ADYYIE2).

Castagna et al (2007), em uma revisão sobre árbitros de futebol relatou valores de $VO_{2\text{pico}}$ entre 40-50 ml/kg/min. Esta variação foi justificada pelo nível de atuação e pela idade média dos árbitros. Os valores encontrados no presente estudo ($49,62 \pm 4,58$ e $52,40 \pm 5,70$ ml/kg/min na esteira e no teste ADYYIE2, respectivamente) foram muito semelhantes aqueles relatados na literatura internacional. Contudo, este estudo foi o primeiro a mensurar continuamente o $VO_{2\text{pico}}$ durante um protocolo de teste de Yo-Yo. Embora não tenha sido observada diferença significativa no $VO_{2\text{pico}}$ obtido nos dois protocolos ($p=0,0518$), o efeito tamanho encontrado “*muito grande*” ($d=-0,53$) pode ser parcialmente justificado

pelas flutuações ou interferências comumente encontradas no sistema de análise de gás portátil durante as mensurações, tal como relatadas por Darter et al (2013) e McLauhlin et al (2001). Além disso, o efeito tamanho (moderado) representa a influência das mudanças de direção nas variáveis fisiológicas obtidas durante os testes. Em resumo, embora tenham sido observadas diferenças significativas na distância total percorrida e no tempo levado até a exaustão dos árbitros durante os testes máximos, nenhuma diferença estatística foi encontrada nos valores de VO_{2pico} obtidos, portanto, ambos os protocolos alcançam o mesmo objetivo.

Como descrito na sessão dos resultados, pode-se estimar os valores de VO_{2pico} para o protocolo do teste de ADYYIE2. Contudo, devido a baixa efetividade na avaliação do componente anaeróbico, a estimativa do VO_{2pico} deve ser utilizada com muito cuidado. Este achado vai de encontro com Bangsbo *et al* (2008) que menciona a importância em se mensurar as diferenças anaeróbicas existentes entre os protocolos de YYIR 1 e 2. Em outras palavras, iniciar o mesmo protocolo em velocidades diferentes sobrecarrega o sistema anaeróbico e reduz a distancia total percorrida durante o teste. Da mesma forma, uma alteração de direção moderada (90° graus), incluída no protocolo proposto (ADYYIE2), acentua o sistema anaeróbico em árbitros de futebol quando comparado ao protocolo em esteira. Por outro lado, a alteração de direção reflete mais especificamente o padrão de ações motoras desempenhada pelos árbitros durante as partidas.

A vVO_{2pico} é um parâmetro fisiológico que pode não ser afetado pela distância total percorrida em intensidades submáximas (RIBOLI et al, 2016). Neste estudo, foi encontrada diferença significativa entre a vVO_{2pico} obtida no protocolo em esteira ($11,83 \pm 0,72$ km/h) e no protocolo ADYYIE2 ($13,16 \pm 0,91$ km/h). Riboli et al (2016) também encontraram diferenças significativas entre três protocolos máximos, sendo os menores valores reportados para os protocolos com variações de direção no deslocamento, semelhantes ao ADYYIE2. Contudo, no estudo de Riboli et al (2016), a amostra foi composta por homens ativos fisicamente, diferentes de atletas ou árbitros que desempenham treinamentos utilizando padrão de deslocamento variado como proposto nos protocolos intermitentes investigados. Portanto, a natureza intermitente das atividades desempenhadas pelos árbitros durante as partidas e treinamentos poderiam justificar a diferença encontrada na vVO_{2pico} . Outro importante fator que auxilia nesta afirmação é que mesmo encontrando diferença

significativa na $vVO_{2\text{pico}}$, não foram observadas diferenças significativas no $VO_{2\text{pico}}$ entre os protocolos.

A $FC_{\text{máx}}$ encontrada neste estudo foi de $188,25 \pm 5,15$ e $184,25 \pm 5,14$ no teste em esteira e no teste ADYYIE2, respectivamente. O valor encontrado no teste em esteira foi semelhante aos relatados previamente pelo nosso grupo de estudos ($190,5 \pm 7,90\text{bpm}$; PAES e FERNANDEZ, 2016), porém, inferiores aos relatados por Bradley et al (2011) e Krustup et al (2006b) (ambos estudos relataram $191 \pm 3\text{bpm}$) nos testes de campo YYIE2 e YYIR2, respectivamente. Contudo, Bradley et al (2011) e Krustup et al (2006b) avaliaram jogadores de futebol, portanto, a idade dos atletas pode ter influenciado as diferenças encontradas.

Quando observamos as correlações entre o $VO_{2\text{pico}}$ e os demais parâmetros obtidos em cada protocolo (Tabela 2), observa-se importantes correlações entre o %G ($r=-0,7074$) e a $vVO_{2\text{pico}}$ ($r=0,6503$) no teste ADYYIE2. A correlação negativa encontrada entre o %G e o $VO_{2\text{pico}}$ no teste ADYYIE2 reforça a influência do excesso de massa, já que no teste de esteira estes mesmos parâmetros apresentaram correlação de magnitude “pequena” ($r=-0,0360$). Da mesma forma, a $vVO_{2\text{pico}}$ apresentou baixa correlação com o $VO_{2\text{pico}}$ obtido no teste em esteira ($r=0,2272$). Estes dados reforçam a influencia das mudanças de direção no protocolo de avaliação aeróbica.

Bangsbo et al (2008) conclui que o teste do tipo YYIR é uma ferramenta para monitorar e avaliar o desenvolvimento de um atleta no decorrer de uma ou de várias temporadas. Além disso, o estudo de Castagna et al (2012), que buscou validar o teste ARIET específico para árbitros assistentes de futebol de campo, mostra a aplicabilidade deste protocolo durante toda temporada. Por outro lado, não existem estudos publicados sobre a validação, confiabilidade ou até mesmo sobre a carga imposta pelo teste de Yo-Yo dinâmico (Dynamic YYIR2) utilizado pela FIFA para avaliar e monitorar os árbitros de campo. Além disso, a aplicação do teste de Yo-Yo Dinâmico requer aplicadores com extrema experiência devido a complexidade na sua demarcação (montagem e demarcação dos pontos chaves) e principalmente durante o seu controle durante a execução (monitoramento para aplicação das penalidades), necessitando de dois ou mais avaliadores para o perfeito controle, além de este protocolo exigir um campo de futebol oficial para sua aplicação completa (Aproximadamente 7140m^2). Sendo assim, o teste de ADYYIE2, proposto neste presente estudo, requer uma área máxima de 500m^2 e pode ser aplicado e

controlado facilmente por apenas um avaliador. A avaliação da aptidão aeróbica atualmente utilizada pela FIFA (2016) leva em torno de 22 minutos (15x18seg – para homens árbitros) e 26 minutos (18x22seg – para árbitras assistentes), exigindo que ambos percorram a distância mínima de 4000m. Através do uso do protocolo de ADYYIE2 como teste aeróbico, este tempo pode ser reduzido em aproximadamente 66%. Além disso, este estudo mostra que o protocolo de ADYYIE2 é mais específico, preciso e através da sua aplicação é possível obter parâmetros fisiológicos e de desempenho que podem ser utilizados durante programas de treinamento específicos para os profissionais da arbitragem do futebol de campo.

4.2.1 Resultados Estudo 2 - YYIE2 vs ADYYIE2

Uma amostra de 16 árbitros com idade média de $28,81 \pm 6,45$ anos e $7,31 \pm 4,30$ anos de experiência profissional realizaram os testes em campo (ADYYIE2 e YYIE2) de forma randômica. Estes árbitros apresentaram as seguintes características antropométricas: estatura média de $1,77 \pm 0,05$ m, massa corporal de $71,69 \pm 6,64$ kg e um %G de $13,76 \pm 2,48\%$.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos nos testes de campo YYIE 2 e no ADYYIE2.

No protocolo YYIE2 o tempo até a exaustão foi de $237,76 \pm 56,47$ segundos, valores significativamente menores que os observados no protocolo ADYYIE2 de $356,38 \pm 111,17$ segundos ($p=0,0001$). Neste parâmetro foi encontrada uma correlação de magnitude “ *muito grande* ” entre os protocolos ($r=0,9325$; $95\%IC=0,8121$ to $0,9767$) [Tabela 3].

As distâncias totais percorridas foram $748,75 \pm 173,74$ e $1141,883 \pm 359,67$ metros, para os protocolos YYIE2 e ADYYIE2, respectivamente (Tabela 3). Foi encontrada uma diferença significativa em relação a distância total percorrida até a exaustão entre os protocolos ($p<0,0001$). A correlação encontrada entre estes parâmetros de ambos os protocolos foi “ *muito grande* ” ($r=0,9526$; $95\%IC= 0,8685$ to $0,9838$).

Foi encontrada uma diferença significativa entre os valores de VO_{2pico} mensurados durante os protocolos, sendo $50,33 \pm 5,37$ e $51,90 \pm 5,66$ ml/kg/min⁻¹ para o protocolo YYIE2 e para o protocolo ADYYIE2, respectivamente ($p=0,0004$). Neste parâmetro foi observado um coeficiente de correlação de magnitude “ *grande* ” ($r=0,9698$; $95\%IC=0,9129$ to $0,9897$) (Tabela 3).

No protocolo YYIE2 a $vVO_{2\text{pico}}$ encontrada foi significativamente menor que a encontrada no protocolo ADYYIE2, sendo $12,31 \pm 0,40\text{km/h}$ e $13,31 \pm 0,83\text{km/h}$, respectivamente ($p=0,0001$). Além disso, foi encontrada uma magnitude “*muito grande*” na correlação deste parâmetro entre os protocolos ($r=0,7311$; $95\%IC=0,3690$ to $0,9005$) (Tabela 3).

A frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$) encontrada no protocolo YYIE2 foi de $181,90 \pm 6,03$ e $185,00 \pm 6,11$ bpm para o teste ADYYIE2. Não foi encontrada diferença significativa quando comparado este parâmetro de ambos os protocolos ($p=0,1901$). Uma correlação “*pequena*” foi observada com relação a $FC_{\text{máx}}$ obtida nos protocolos ($r=-0,0795$; $95\%IC=-0,5535$ to $0,4334$) (Tabela 3).

Tabela 3. Diferenças, efeito tamanho e correlação entre os parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em campo (YYIE2 e ADYYIE2).

	YYIE2	ADYYIE2	Média das diferenças	Tamanho do efeito	Correlação (r^2)	P
Tempo até a exaustão (s)	237,76 ± 56,47	356,38 ± 111,17*	118,6	-1,34	0,8695	<0,0001*
Distância total (m)	748,75 ± 173,74	1141,88 ± 359,67*	393,1	-1,39	0,9075	<0,0001*
$VO_{2\text{pico}}$(mL/kg/min)	50,33 ± 5,37	51,90 ± 5,66*	1,568	-0,28	0,9404	<0,0001*
$vVO_{2\text{pico}}$ (km/h)	12,31 ± 0,40	13,31 ± 0,83*	1,000	-1,53	0,5354	0,0013*
$HR_{\text{máx}}$ (bpm)	181 ± 6,04	185 ± 6,11	3,063	-0,65	0,0063	0,7698

* $p<0,05$ vs YYIE2

A tabela 4 apresenta a relação existente entre o $VO_{2\text{pico}}$ e demais parâmetros fisiológicos obtidos em cada teste. No teste ADYYIE, foi obtida relações de magnitude “*grande*” para a $vVO_{2\text{pico}}$ e “*muito grande*” para o %G. Já no teste YYIE2, foram obtidas relação de magnitude “*moderada*” para o %G e para a $vVO_{2\text{pico}}$. A relação negativa existente entre o %G e o $VO_{2\text{pico}}$ em ambos os protocolos representa o impacto negativo do excesso de gordura corporal no desempenho do teste.

Tabela 4. Correlação entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e demais parâmetros fisiológicos obtidos nos testes em campo (YYIE2 e ADYYIE2).

ADYYIE2	$VO_{2\text{pico}}$			
	Correlação (r)	CI95%	r^2	p
Tempo até a exaustão (s)	0,2402	-0,2902 to 0,6577	0,0576	0,3703
Distância (m)	0,2192	-0,3103 to 0,6449	0,0480	0,4147
Massa (kg)	-0,1512	-0,6019 to 0,3726	0,0228	0,5762
%G	-0,4466	-0,7716 to 0,0631	0,5995	0,0829
$vVO_{2\text{pico}}$ (km/h)	0,6647	0,2519 to 0,8729	0,4418	0,0050*
$HR_{\text{máx}}$ (bpm)	-0,1021	-0,5961 to 0,4147	0,0104	0,7067

YYIE2	$VO_{2\text{pico}}$			
	Correlação (r)	CI95%	r^2	p
Tempo até a exaustão (s)	0,1770	-0,3495 to 0,6185	0,0313	0,5120
Distância (m)	0,2330	-0,2971 to 0,6533	0,0543	0,3851
Massa (kg)	0,0293	-0,4733 to 0,5176	0,0008	0,9140
%G	-0,4163	-0,7560 to 0,1002	0,1733	0,1088
$vVO_{2\text{pico}}$ (km/h)	0,4343	-0,7844 to 0,7653	0,1886	0,0928
$HR_{\text{máx}}$ (bpm)	0,1438	-0,3790 to 0,5970	0,0206	0,5952

O gráfico 2 apresenta a relação entre o VO_2 e a distância percorrida em cada teste de campo.

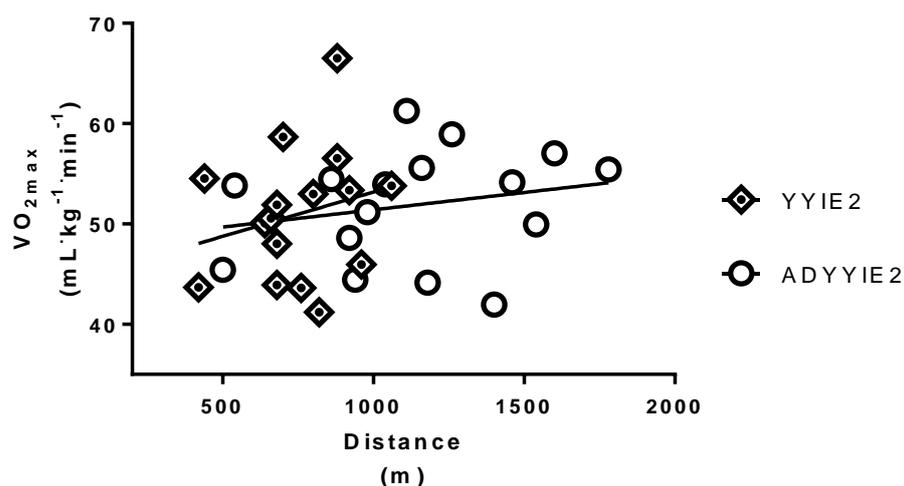


Gráfico 2. Relação individual entre o Consumo Máximo de Oxigênio ($VO_{2\text{pico}}$) e a distância total percorrida durante os protocolos ($YYIE2 = 0.008832x + 44,34$; $ADYYIE2 = 0.003448x + 47,96$).

4.2.2 Discussão estudo 2

Testes de campo com características intermitentes têm sido extensivamente utilizados para avaliação física em diferentes modalidades esportivas (KRUSTRUP et al, 2015). Além disso, alguns estudos demonstram a relação entre o desempenho físico de atletas durante partidas de futebol e algumas variáveis fisiológicas obtidas no teste de YYIE2 (BRADLEY et al, 2011; BRADLEY et al, 2012) e nos testes de YYIR1 e YYIR2 (BANGSBO et al 2008; KRUSTRUP et al, 2003; KRUSTRUP et al, 2006b; KRUSTRUP et al, 2015; MOHR et al, 2007). Estudos com metodologias invasivas (biópsia muscular) foram realizados para investigar o impacto anaeróbico na execução dos protocolos de YYIR1 (KRUSTRUP et al, 2003) e no protocolo YYIR2 (KRUSTRUP et al, 2006b; MOHR et al, 2007). Entretanto, os protocolos de YYIE1 e YYIE2 foram investigados através da sua relação com a frequência cardíaca obtida em laboratório e em campo (BRADLEY et al, 2011; BRADLEY et al, 2012; CASTAGNA et al, 2012). Este estudo foi o primeiro que mensurou o $VO_{2\text{pico}}$ diretamente durante o desempenho de protocolos de teste do tipo Yo-Yo e o principal resultado encontrado, corroborando com o estudo 1, é que a mudança de direção pode influenciar os parâmetros fisiológicos obtidos durante os testes físicos.

A distância total encontrada durante os testes é semelhante a alguns estudos da literatura internacional (BANGSBO, 2008; CASTAGNA et al, 2012; KRUSTRUP et al, 2015), mas inferior à distância média relatada por Daros et al (2012) e por Bradley et al (2011). O principal fator que influencia a diferença observada na distância total percorrida durante os testes é o nível de treinamento dos sujeitos avaliados (BANGSBO, 2008; BRADLEY et al, 2011; CASTAGNA et al, 2012; KRUSTRUP et al, 2015). Krustup et al (2015) compararam as diferenças no desempenho e em variáveis fisiológicas entre sujeitos treinados em esporte intermitente (futebol) e sujeitos não treinados. O principal resultado do estudo de Krustup et al (2015) foi que o nível de $VO_{2\text{pico}}$ encontrado em laboratório não se correlacionou com a diferença na distância total percorrida. Em outras palavras, a distância total percorrida pelos sujeitos em testes de campo é independente dos valores de $VO_{2\text{pico}}$, entretanto, a distância total percorrida durante protocolos de campo parece estar mais ligada ao nível de treinamento dos sujeitos. A amostra do presente estudo contou com árbitros da elite do estado do Paraná e, portanto, a distância total percorrida nos testes é compatível com estudos que avaliaram ao menos um grupo com capacidade física semelhante da amostra do presente estudo

(BANGSBO, 2008; CASTAGNA et al, 2012; KRUSTRUP et al, 2015). Por outro lado, quando comparados com jogadores de elite as distâncias observadas no nosso estudo foram inferiores (BRADLEY et al, 2011; DAROS et al, 2011). Portanto, esta afirmação está de acordo com os resultados encontrados neste estudo.

A distância total percorrida durante testes máximos é diretamente ligada ao tempo de exaustão. Neste estudo, o tempo até a exaustão durante os testes máximos foi semelhante aquele relatado por Castagna et al (2012) em árbitros assistentes. A diferença encontrada no tempo até a exaustão e a distância total entre os protocolos de YYIE2 e o teste ADYYIE2 podem ser atribuídas a mudança no padrão de ação motora utilizada pelos protocolos (180° graus no teste de YYIE2 e 90° graus no teste ADYYIE2). Outro importante fator a ser considerado é que o estudo de Castagna et al, (2012) investigou apenas árbitros assistentes e, portanto, também modificou o protocolo YYIE2 inserindo 25m de deslocamento lateral a cada 40m de deslocamento frontal.

O $VO_{2\text{pico}}$ encontrado no presente estudo ($50,33 \pm 5,37$ e $51,90 \pm 5,66$ ml/kg/min nos testes de YYIE2 e ADYYIE2, respectivamente) foi semelhante aos previamente relatados na literatura nacional e internacional (CASTAGNA et al, 2007; Da SILVA et al, 2011; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; PAES e FERNANDEZ, 2016). Um efeito tamanho de magnitude “*pequena*” ($d=-0,28$ Tabela 3) foi observado entre os valores de $VO_{2\text{pico}}$ obtidos em ambos os protocolos. Como o padrão motor dos árbitros envolve diversas mudanças de direção a cada 4-6s, era esperado que o efeito dos tipos de mudança de direção investigadas nestes protocolos fosse menor do que no estudo 1. Por outro lado, foram observadas diferenças significativas entre os valores de $VO_{2\text{pico}}$ obtidos entre os protocolos ($p=0,0004$). Pode ser que esta diferença esteja ligada ao padrão motor utilizado no protocolo de YYIE2 (vai e vem, mudança de direção de 180°graus) o qual acentua a utilização do mecanismo anaeróbico e fazendo com que o sujeito alcance a exaustão antes da estabilização do componente lento $VO_{2\text{pico}}$ (AZEVEDO et al, 2010; McGOWAN et al, 2015). Portanto, considerando que a principal diferença entre árbitros e árbitros assistentes é o padrão motor (árbitros assistentes seguem a linha lateral do campo de jogo e, portanto, realizam mudanças de direção de 180°graus, já árbitros de campo são livres para se movimentar e não realizam mudanças tão bruscas) fica evidente a necessidade em se adaptar o protocolo padrão de YYIE2 para que se torne mais

específico aos árbitros de futebol semelhante ao realizado por Castagna et al, (2012).

Somente Krustруп et al (2015) investigou o uso do protocolo YYIE2. Contudo, na literatura só existem equações para estimativa do $VO_{2\text{pico}}$ a partir dos protocolos de YYIR1 e YYIR2. Portanto, apresentamos as equações para estimativa do $VO_{2\text{pico}}$ para árbitros em ambos os protocolos (Gráfico 2). Entretanto, devido a baixa efetividade na avaliação do componente anaeróbico, a estimativa do $VO_{2\text{pico}}$ deve ser utilizada com muito cuidado (BANGSBO et al, 2008).

Da mesma forma que no estudo 1, foi encontrada diferença significativa entre a $vVO_{2\text{pico}}$ obtida nos protocolos ($12,31 \pm 0,40\text{km/h}$ e $13,56 \pm 0,62\text{km/h}$ em YYIE2 e ADYYIE2, respectivamente). A média das diferenças entre os protocolos foi de 1.00 e o efeito tamanho de magnitude “grande” foi observado entre a $vVO_{2\text{pico}}$ dos protocolos. Embora a classificação categórica seja a mesma encontrada no estudo 1, observa-se que tanto as diferenças quanto o efeito tamanho são ligeiramente inferiores. Em outras palavras, o teste YYIE2 subestima a capacidade aeróbica máxima, bem como, a $vVO_{2\text{pico}}$ dos árbitros. Infelizmente os estudos que investigaram variáveis fisiológicas através dos protocolos de Yo-Yo não relataram a $vVO_{2\text{pico}}$, portanto, a comparação com os demais estudos não foi possível.

A $FC_{\text{máx}}$ encontrada neste estudo foi de $181 \pm 6,04$ e $185 \pm 6,11$ no teste YYIE2 e no teste ADYYIE2, respectivamente. O valor encontrado nos testes foi inferior aos já relatados na literatura (BRADLEY et al, 2011; KRUSTRUP et al, 2006b). Contudo, é interessante ressaltar novamente que Bradley et al (2011) e Krustруп et al (2012) avaliaram jogadores de futebol com idades inferiores aos árbitros deste estudo o que pode ter influenciado as diferenças encontradas.

Na tabela 4 são apresentadas as correlações entre o $VO_{2\text{pico}}$ e os demais parâmetros obtidos em cada protocolo. Foram encontradas apenas correlações de magnitude “pequena” entre todas as variáveis, exceto para o %G e para a $vVO_{2\text{pico}}$ em ambos os protocolos. No protocolo YYIE2, foram encontradas correlações de magnitude “moderada” tanto entre o %G (-0,4163) quanto em relação a $vVO_{2\text{pico}}$ ($r=0,4343$). Já no protocolo de ADYYIE2 foram encontradas correlações de magnitude “grande” para a $vVO_{2\text{pico}}$ ($r=0,6647$) e de magnitude “muito grande” para o %G ($r=-0,7466$). Novamente, a correlação negativa encontrada entre o %G e o $VO_{2\text{pico}}$ em ambos os testes reforçam a influencia do “excesso de massa” na distância total percorrida até a exaustão pelos árbitros em cada teste máximo. Além

disso, a correlação encontrada entre a vVO_{2pico} e o VO_{2pico} demonstra que talvez uma versão submáxima, semelhante a validada por Krustup et al (2015), possa ser desenvolvida para árbitros.

4.3 Estudo 3 – Parâmetros fisiológicos obtidos nos testes vs desempenho em partidas oficiais

4.3.1 Resultados estudo 3

Do total da amostra obtida nos estudos anteriores, oito árbitros (8), com idade média de $32,25 \pm 6,96$ anos e $9,13 \pm 4,58$ anos de experiência profissional foram acompanhados durante partidas oficiais. Os participantes deste estudo apresentaram estatura média de $1,77 \pm 0,06$ m, massa corporal de $76,00 \pm 3,74$ kg e %G de $12,31 \pm 2,18$ %.

A distância total média percorrida pelos árbitros durante as partidas oficiais foi de $9633,25 \pm 757,77$ m e a quantidade média de corridas de alta intensidade (CAI) foi $154,13 \pm 26,36$. As respectivas distâncias e quantidades de CAI de cada um dos oito árbitros avaliados é apresentada no gráfico 3.

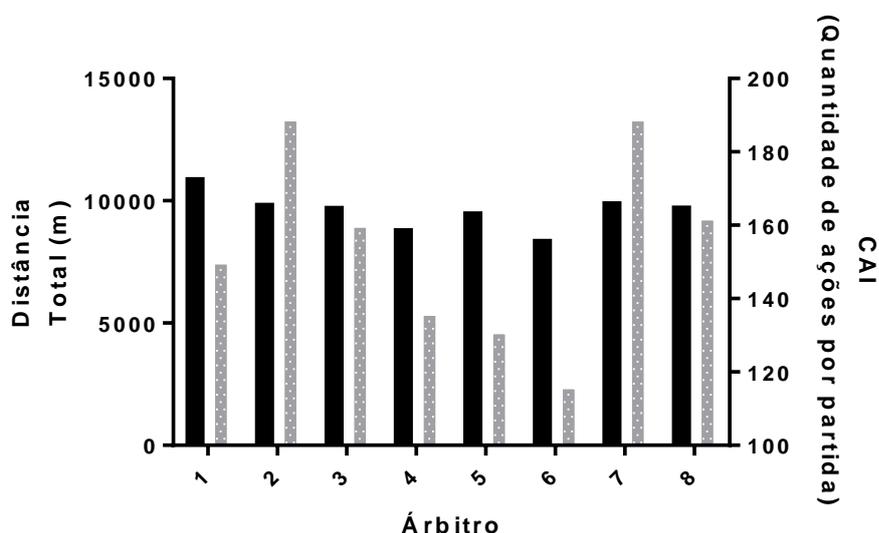


Gráfico 3. Distância total percorrida e quantidade de Corridas de alta intensidade desempenhadas por cada árbitro durante partidas oficiais. Barras negras correspondem a distância total percorrida por cada árbitro durante partidas oficiais. As barras cinzas correspondem a quantidade de Corridas de Alta Intensidade realizadas por cada árbitro durante as partidas.

Os valores de VO_{2pico} obtidos nos testes em campo apresentaram correlações de magnitude “*muito grande*” com a distância total percorrida durante as partidas. Já os valores de VO_{2pico} obtidos no protocolo máximo em esteira apresentaram apenas correlação de magnitude “*moderada*” (Tabela 5). Por outro lado, a distância percorrida durante o protocolo em esteira apresentou correlação de magnitude “*grande*” e os testes em campo apresentaram apenas correlação de magnitude “*moderada*” com a distância total percorrida durante as partidas (Tabela 5).

A quantidade de CAI desempenhadas pelos árbitros durante as partidas apresentou correlações de magnitude “*muito grande*” com os valores de VO_{2pico} obtidos no protocolo máximo ADYYIE2. Já os valores de VO_{2pico} obtidos nos testes em esteira e no teste YYIE2 apresentaram correlações de magnitude “*moderada*” e “*grande*”, respectivamente. As distâncias percorridas em ambos os testes apresentaram correlações de magnitude “*pequena*” com a quantidade de CAI desempenhadas durante as partidas.

Tabela 5. Correlações entre parâmetros fisiológicos obtidos nos três diferentes protocolos máximos com a distância total e a quantidade de corridas de alta intensidade (CAI) desempenhadas durante as partidas.

		DISTÂNCIA TOTAL DURANTE A PARTIDA								
		Esteira			YYIE2			ADYYIE2		
		r	r ²	p	r	r ²	p	r	r ²	p
VO_{2pico}		0.3465	0.12	0.6365	0.8102	0.6564	0.0148	0.7742	0.5993	0.0241
Distância		0.5444	0.8919	0.0556	0.4153	0.1725	0.3062	0.4425	0.1958	0.2722

		CORRIDAS DE ALTA INTENSIDADE DURANTE A PARTIDA								
		Esteira			YYIE2			ADYYIE2		
		r	r ²	p	r	r ²	p	r	r ²	p
VO_{2pico}		0.5118	0.2619	0.4882	0.4201	0.1765	0.3001	0.7119	0.5068	0.0476
Distância		0.0419	0.0017	0.9581	0.2492	0.0621	0.5517	0.1959	0.03839	0.6419

4.3.2 DISCUSSÃO – Estudo 3

A distância total percorrida pelos árbitros neste estudo ($9633,25 \pm 757,77m$) foi semelhante ao relatado na literatura por Da Silva et al (2008) ($9155,4 \pm 70,3m$) e Da Silva et al (2011) ($9154 \pm 433,39m$). Vale ressaltar que nos estudos de Da Silva et al (2008) e Da Silva et al (2011) os árbitros foram avaliados

no decorrer de três partidas e não foram encontradas diferenças na distância total percorrida, independente do tipo de reposição hídrica (com água a vontade, com água controlada ou com isotônico). Outro ponto importante é que as amostras dos estudos de Da Silva et al (2008) e Da Silva et al (2011) eram oriundas da mesma região e do mesmo nível (estadual) da amostra do presente estudo.

Na literatura internacional, as menores médias para a distância total percorrida pelos árbitros durante as partidas foram relatadas por Harley et al (2002) com valores de $7,496 \pm 1,122$ em uma amostra de árbitros Ingleses de nível nacional. Por outro lado, valores superiores a 10km foram relatados para árbitros de nível nacional do Japão ($10,168 \pm 756$, ASAMI et al, 1988), de alto nível nacional da Dinamarca ($10,900 \pm 130$; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001) e da Elite nacional da Italia ($12,956 \pm 548m$; CASTAGNA et al, 2004). Ao analisar a distância total percorrida pelos árbitros nos diferentes estudos percebe-se variações acima de 1000m. Contudo, desde o estudo de Asami et al (1988) até o estudo de Castagna et al (2004) não foram encontradas diferenças significativas quando comparando árbitros de diferentes níveis (elite nacional e elite internacional, ambos atuando na primeira divisão nacional). Castagna et al (2007) atribui estas diferenças a três principais fatores sendo 1) diferenças individuais na aptidão física (o teste aeróbico da FIFA apenas os considera como aptos ou não); 2) o deslocamento dos árbitros de campo estaria associado ao deslocamento dos jogadores de meio campo e, portanto, diferenças táticas das equipes poderiam influenciar diretamente no deslocamento total dos árbitros; 3) relacionadas ao nível das partidas (regional comparada a elite internacional); contudo, quando comparadas partidas de nível nacional e internacional não foi possível observar diferenças. Outro ponto a ser considerado seria o método de análise de dados que também foi diferente entre os estudos e sem dúvida podem ter contribuído para as diferenças observadas. Por exemplo, alguns estudos utilizaram análise visual dos vídeos (ASAMI et al, 1988; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; HARLEY et al, 2002) já CASTAGNA et al, (2004) utilizou um sistema bi-dimensional computadorizado.

Vários estudos têm demonstrando que aproximadamente 10% da distância total percorrida pelos árbitros durante as partidas é desempenhada em corridas de alta intensidade (CASTAGNA et al, 2007; Da SILVA et al, 2011; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; WESTON et al, 2007; WESTON et al, 2010). Em outras palavras, o árbitro de futebol modifica a sua velocidade e/ou padrão de movimentação a cada

4 segundos durante uma partida, o que resulta em aproximadamente 1268 mudanças de atividades no decorrer de um jogo oficial de futebol. Da mesma maneira que as CAI resultam em aproximadamente 10% da distância total, a quantidade de CAI segue o mesmo percentual da quantidade total de atividades (~161 CAI) durante as partidas oficiais (KRUSTRUP e BANGSBO, 2001). Outro importante fator a ser ressaltado, é que de acordo com os dados supracitados, fica evidente que a distância percorrida pelos árbitros de futebol em cada CAI/SPRINT fica abaixo de 40m. Em suma, os métodos utilizados para avaliação tanto da distância total percorrida quando nas distâncias percorridas em cada tipo de ação motora dos árbitros deve ser considerado quando estudos diferentes são comparados, principalmente se o objetivo for a comparação das distâncias percorridas em alta intensidade.

O sistema de coleta de dados utilizado no presente estudo (GPS QStars, Osposrts, Taipei, Taiwan) não foi precisamente avaliado quanto a mensuração de pequenas distâncias. Embora este equipamento coletasse os dados em 5Hz (5 pontos por segundo), consideramos apenas a quantidade de atividades em cada ação motora para facilitar a comparação e a precisão entre os estudos. Portanto, a quantidade média de CAI encontrada no nosso estudo ($154,13 \pm 26,36$) está de acordo com os dados previamente disponíveis na literatura (CASTAGNA et al, 2007; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001).

Krustrup and Bangsbo (2001) investigaram as relações entre diversos parâmetros fisiológicos com testes máximos em laboratório e em campo. Estes autores encontraram correlações de magnitude “ *muito grande* ” somente entre a distância percorrida em CAI ($r=0,75$; $p<0,06$, $n=18$) e o desempenho intra-indivíduo no teste de YYIR1. Por outro lado, os valores de $VO_{2\text{pico}}$ obtidos no teste YYIR1 e no teste de Cooper (12min de corrida) apresentaram apenas relações de magnitude “ *grande* ” ($r=0,54$, $p<0,05$, $n=18$) e “ *moderada* ” ($r=0,46$, $p<0,05$, $n=18$) com a distância percorrida em CAI. A correlação observada por Krustrup and Bangsbo entre o $VO_{2\text{pico}}$ obtido no teste em esteira e a distância em CAI foi de magnitude “ *moderada* ” ($r=0,46$, $p=0,08$), valor diferente ao encontrado no presente estudo ($r=0,5118$, $p=0,48$) com magnitude “ *grande* ”. Infelizmente a diferença nos protocolos utilizados em esteira dificulta a comparação entre o resultado e pode justificar as diferenças encontradas.

Os estudos relacionados ao desempenho físico dos árbitros tem se focado nas distâncias de deslocamento nas diferentes intensidades (CASTAGNA et al, 2007; Da SILVA et al, 2008; Da SILVA et al, 2011; KRUSTRUP e BANGSBO, 2001; WESTON et al, 2007; WESTON et al, 2010). Comumente se observa que as variações na distância total percorrida ficam em aproximadamente 10%. Além disso, também é possível observar que a quantidade de CAI varia em proporção semelhante a distância total percorrida. Outro ponto importante a ressaltar em relação a CAI, é que as distâncias percorridas neste tipo de ação (>15km/h) raramente ultrapassam 6 segundos de duração. Portanto, mesmo em velocidade máxima (SPRINT > 25km/h) dificilmente uma CAI percorrerá uma distância superior a 40m. Sendo assim, para facilitar a comparação dos estudos e reduzir a influência (erro) metodológica, sugere-se que as CAI's sejam contabilizadas em quantidades de ações e não nas distâncias totais percorridas neste tipo de ação motora.

5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Atualmente o calendário esportivo do futebol ocorre durante aproximadamente onze (11) meses, isto porque os campeonatos Estaduais iniciam na terceira quinzena do mês de Janeiro e se estendem a primeira semana do mês de Maio. Por outro lado, o primeiro campeonato a nível nacional (Copa do Brasil) tem sido rotineiramente iniciado na segunda semana do mês de Fevereiro e ocorre durante sete meses, sendo concluído no mês de Setembro. Entretanto, o principal campeonato de Futebol do Brasil (Campeonato Brasileiro), tem início na primeira semana de Maio e se estende até a primeira ou segunda semana do mês de Dezembro (CBF, 2017). Todo este relato considera apenas os campeonatos Profissionais de Futebol masculino, ou seja, em meio a este calendário, ainda existem as demais séries de futebol profissional masculino (Campeonato Brasileiro séries A, B, C e D), competições oficiais de futebol feminino bem como as diversas categorias de base sendo também disputadas em campeonatos estaduais, nacionais e internacionais. Além disso, nos últimos anos a arbitragem de futebol tem sido submetida a pelo menos duas avaliações físicas anuais (A primeira realizada exclusivamente pelas federações, e a segunda pela Confederação Nacional). Sendo assim, encontrar árbitros disponíveis para avaliações de caráter científico é extremamente difícil.

A comparação de protocolos máximos com diferentes velocidades iniciais e com diferentes tempo de duração de cada estágio podem influenciar diretamente a $v\dot{V}O_2$.(RIBOLI et al, 2016). Desta forma, realizamos a comparação com o protocolo em esteira (Velocidade inicial diferente) e com dois protocolos de Yo-Yo IE2 (velocidades iniciais e tempo de estágios idênticos) para reforçar que as diferenças encontradas são em decorrência das diferenças no padrão de movimento.

6 CONCLUSÕES

ADYYIE2 pode ser utilizado como um teste de desempenho, contudo, não como uma ferramenta específica para avaliação/estimação de um parâmetro fisiológico. A avaliação da capacidade aeróbica máxima dos árbitros pode ser realizada independente do tipo ou do padrão motor utilizado no protocolo. Contudo, se o objetivo da avaliação visa a obtenção de parâmetros para controle das cargas de treinamento ou busca relacionar o desempenho entre o teste e o observado em partidas oficiais, a especificidade do padrão motor utilizado deve ser considerada.

De acordo com as diferenças observadas na $vVO_{2\text{pico}}$, submeter os árbitros a protocolos, até mesmo intermitentes, mas que incluam apenas corrida frontal podem subestimar a capacidade aeróbica e, por consequência, modificar significativamente as cargas de treinamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diferenças médias encontradas entre o $VO_{2\text{pico}}$, $vVO_{2\text{pico}}$ e $FC_{\text{máx}}$ demonstram que a especificidade da tarefa é parte importante da avaliação dos árbitros. Além disso, a análise do tamanho do efeito apresentou magnitude moderada apenas para o $VO_{2\text{pico}}$. Isto demonstra que a simples modificação do padrão de movimento (mudanças de direção de 90 graus) influenciam de maneira significativa as variáveis fisiológicas investigadas. Portanto, o padrão de movimento específico (corrida com/sem mudança de direção) pode modificar ambos e confirmar que a avaliação dos árbitros de futebol em laboratório ou a avaliação em protocolos de corrida intervalada com padrão de movimento simples (corrida frontal sem mudanças de direção) como o atual teste da FIFA, podem subestimar estes parâmetros e influenciar diretamente a periodização do treinamento. Além disso, a correlação encontrada entre estas variáveis reforça o uso do ADYYIE2 como um teste de desempenho relacionado a capacidade aeróbica.

O $VO_{2\text{pico}}$ mensurado no teste ADYYIE2 apresentou correlações de magnitude “*muito grande*” ($r > 0,7$) entre a distância total percorrida e a quantidade de CAI observadas durante as partidas. Por outro lado, os demais estudos que investigaram a relação entre testes de campo e o desempenho durante as partidas observaram apenas correlações de magnitude “*moderada*”. Os resultados deste estudo podem estar relacionados a maior especificidade do padrão de mudança de direção (curvas de 90°) e a forma de sobrecarga ao sistema anaeróbico. Os resultados deste estudo proporcionam um direcionamento interessante na investigação das relações entre os parâmetros fisiológicos obtidos em testes de campo e suas relações com o desempenho durante partidas oficiais.

7.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O Grupo de Pesquisa em Árbitros de Futebol de Campo (GPAF) tem como finalidade primordial o aprimoramento das capacidades físicas dos árbitros e árbitros assistentes de futebol. Os resultados deste trabalho, indiretamente buscam a redução da incidência de lesão observada na arbitragem durante a bateria de testes da FIFA (PAES et al, 2011). A partir destes dados foram elaborados, junto a Escola

de Árbitros Victor Marcassa da FPF, projetos de formação continuada, que visam o aprimoramento físico dos árbitros visando a maior especificidade de trabalho durante os treinamentos. No desenvolvimento desta formação continuada está inserida a proposta para avaliação da sensibilidade e reprodutibilidade do protocolo ADYYIE2 através da avaliação de todos os árbitros do quadro estadual. Além disso, a parceria com a empresa NeoOrbit (<https://neorbit.com.br/neorbit/>) já está se utilizando destes dados para o desenvolvimento de simuladores para arbitragem, dos quais buscarão a integração de ações motoras específicas dos árbitros e árbitros assistentes com o processo de tomada de decisão em ambiente virtual.

8 REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2003.

ARNASON, A.; SIGURDSSON, S.B.; GUDMUNDSSON, A.; HOLME, I.; ENGBRETSSEN, L.; BAH, R. Physical fitness, Injuries, and team performance in soccer. **Med. Sci. Sports Exerc.** Vol. 36, No. 2, pp.278-285, 2004.

ASAMI, T.; TOGARI, H.; OHASHI, J. Analysis of movement patterns of referees during soccer matches. In: Reilly T, Lees A, Davids K, et al., editors. **Science and football**. London: E & FN Spon, 341-5, 1988.

AZEVEDO, P.H.S.M.; OLIVEIRA, J.C.; SIMÕES, H.G.; BALDISSERA, V.; PEREZ, S.E.A. Cinética do consumo de oxigênio e tempo limite na vVO₂máx: comparação entre homens e mulheres. **Revista Bras Med Esporte**. Vol16, n4: Jul-Ago, 2010.

BANGSBO, J. Energy demands in competitive soccer. **Journal of Sports Sciences**. 12, 5-12, 1994.

BANGSBO, J.; IAIA, F.M.; KRUSTRUP P. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test, a useful tool for evaluation of physical performance in Intermittent Sports. **Sports Med**. 38(1):37-51, 2008.

BASSET, D.R.; HOWLEY, E. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Med Sci Sports Exerc**. Vol. 32, No. 1, pp 70-84, 2000.

BIZZINI, M.; JUNGE, A.; BAHR, R.; HELSEN, W.; DVORAK, J. Injuries and musculoskeletal complaints in referees and assistant referees selected for the 2006 FIFA World Cup - Retrospective and prospective survey. **Br J Sports Medicine**. 43: 490–497, 2008.

BIZZINI, M.; JUNGE, A.; BAHR, R.; DVORAK, J. Injuries and musculoskeletal complaints in referees – A complete survey in the top divisions of the Swiss Football league. **Clin J. Sport Medicine**. 19:95-100, 2009a.

BIZZINI, M.; JUNGE, A.; BAHR, R.; DVORAK, J. Injuries of football referees: A representative survey of Swiss referees officiating at all levels of play. **Scand J Med Sci Sports**. 21(1):42-47, 2009b.

BRADLEY, P.S.; BENDIKSEN, M.; DELLAL, A.; MOHR, M.; WIKIE, A.; DATSON, N.; ORNTOFT, C.; ZEBIS, M.; GOMEZ-DIAZ, A.; BANGSBO, J.; KRUSTRUP, P. The application of the Yo-Yo intermittent endurance level 2 test to elite female soccer populations. **Scand J Med Sci Sports**. 24(1):43-54, 2012.

BRADLEY, P.S.; MOHR, M.; BENDIKSEN, M.; RANDERS, M.B.; FLINDT, M.; BARNES, C.; HOOD, P.; GOMEZ, A.; JESPER, L.A.; Di MASCIO, M.; BANGSBO J.; KRUSTRUP, P. Sub-maximal and maximal Yo-Yo intermittent endurance test level 2: heart rate response, reproducibility and application to elite soccer. **Eur J Appl Physiol**. 111(6):969-978, 2011. doi: 10.1007/s00421-010-1721-2.

CALLAWAY, C.W.; CHUMLEA, W.C.; BOUCHARD, C.; HIMES, J.H.; LOHMAN, MARTIN, A.D.; MITCHELL, C.D.; MUELLER, W.H.; ROCHE, A.F.; SEEFELDT, V.D. Circumferences. In. T. G. LOHMAN; A. F. ROCHE & R. MARTORELL, (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual**. Illinois: Abridged Edition. Human Kinetics Books.1991.

CARLING, C.; GALL, F.; DUPONT, G. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. **Journal of Sports Sciences**. Feb;30(4): 325-336, 2012.

CASPERSEN, C.J.; POWELL, K.E.; CHRISTENSON, G.M. Physical activity, exercise and physical fitness. **Public health Reports**. 100, 2, 126-131, 1985.

CASTAGNA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. Activity profile of international-level soccer referees during competitive matches. **J Strength Cond Res.** 18 (3): 486-90, 2004.

CASTAGNA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. Competitive-level differences in Yo-yo intermittent recovery and twelve minute run test performance in soccer referees. **J Strength Cond Res.** 19(4):805-809, 2005.

CASTAGNA, C.; ABT, G.; D'OTTAVIO, S. Physiological Aspects of Soccer Refereeing Performance and Training. **Sports Med.** 37(7):625-646, 2007.

CASTAGNA, C.; BENDIKSEN, M.; IMPELLIZZERI, F.M.; KRUSTRUP, P. Reliability, sensitivity and validity of the assistant referee intermittent endurance test (ARIET) – a modified Yo-Yo IE2 test for elite soccer assistant referees. **J Sports Sci.** 30(8):767-775, 2012. doi: 10.1080/02640414.2012.668705.

CASAJUS, J.A.; CASTAGNA, C. Aerobic and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. **Journal Sciences and Medicine in Sport.** Inglaterra. V.10, nº6. 382-389, 2006.

CASTILLO, D.; YANCI, J.; CÁMARA, J.L; WESTON, M. The influence of soccer match play on physiological and physical performance measures in soccer referees and assistant referees. **J Sports Sci.** 34(6):557-563, 2015. doi: 10.1080/02640414.2015.1101646.

CASTILLO, D.; CÁMARA, J.; CASTAGNA, C.; YANCI, J. Effects of the off-Season Period on Field and Assistant Soccer Referees' Physical Performance. *Journal of Human Kinetics.* Vol. 56, 159-166, 2017. Doi. 10.1515/HUKIN-2017-0033

CHAOUACHI, A.; BRUGHELLI, M.; LEVIN, G.; BOUDHINA, N.B.B.; CRONIN, J.; CHAMARI, K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. **Journal of Sports Sciences.** Vol. 27 (2):151-157, 2009.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE FUTEBOL. Calendário esportivo profissional masculino para o ano de 2017. <http://www.cbf.com.br/noticias/a-cbf/cbf-divulga-revisao-do-calendario-do-futebol-2017#.WaiaObKGOM8> – Último acesso em 31/08/2017.

Da SILVA, A.I. **Bases científicas e metodológicas para o treinamento do árbitro de futebol**. Curitiba: editora da Universidade Federal do Paraná, Brasil 2005.

Da SILVA AI, FERNANDES LC, FERNANDEZ R. Energy expenditure and intensity of physical activity in soccer referees during match-play. **J Sports Sci Med**. 7(3):327-334, 2008.

Da SILVA, A.I.; FERNANDES, L.C.; FERNANDEZ, R. Time motion analysis of football (soccer) referees during official matches in relation to the type of fluid consumed. **Braz J Med Biol Res**. August, Vol. 44 (8); 801-809, 2011.

Da SILVA, A.I.; PAES, M.R.; SILVA, D.A.S.; SANTOS, I.A.M.; ALMEIDA, M.B. Nível de aptidão física de árbitros profissionais dos estados do Paraná e de Sergipe. **Coleção pesquisa em Educação Física**. Vol. 8, n3, 2009.

Da SILVA, A.I.; RODRIGUEZ-AÑEZ, C.R. Níveis de aptidão física e perfil antropométrico dos árbitros de elite do Paraná credenciados pela Confederação Brasileira de Futebol (CBF). **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**. Portugal. v.3, nº3 p.18-26, 2003.

Da SILVA, A.I.; RECH, C.R. Somatotipo e composição corporal de árbitros e árbitros assistentes da CBF. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho humano**. Florianópolis. v.10. nº2, 143-146, 2008.

DAROS, L.B.; OSIECKI, R.; DOURADO, A.C.; STANGANÉLLI, C.R.; FORNAZIERO, A.M.; OSIECKI, A.C.V. Maximum aerobic power test for soccer players. **J Exerc Physiol Online**. 15(2):80-89, 2012.

DARTER, B.J.; RODRIGUEZ, K.M.; WIKEN, J.M. Test-Retest Reliability and Minimum Detectable Change Using the K4b²: Oxygen Consumption, Gait Efficiency, and Heart Rate for Healthy Adults During Submaximal Walking. **Res Q Exerc Sport**. 84(2): 223-231, 2013.

DE ROSE, E.H.; PIGATTO, E.; DE ROSE, R.C.F. **Cineantropometria, educação física e treinamento desportivo**. SEED/MEC, Rio de Janeiro, 1984.

DENADAI, BS. Consumo máximo de oxigênio: Fatores determinantes e limitantes. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. V.1, N.1, pág, 85-94, 1995.

D'OTTAVIO, S.; CASTAGNA, C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. **Journal of Sports Medicine and Physiological Fitness**. Mar; 27–32, 2001.

DRINKWATER, E.J.; PYNE, D.B.; MCKENNA, M.J. Design and interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball players. **Sports Medicine**. July, Vol.38 (7), pp565-578, 2008.

EKBLOM, B. **Football (soccer)**. London: Blackwell Scientific, 1994.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION. FIFA Brasil World Cup, Matches, Official documents. 2014 Disponível em <http://www.fifa.com/worldcup/archive/brazil2014/matches/index.html> . Acessado em 23 de Maio de 2017.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION (a). Fitness Test Project for FIFA competition. Disponível em http://you-are-the-ref.com/wp-content/uploads/2016/01/FWC18-FWWC19-Fitness-Tests_REF.pdf. Acessado em 23 de Maio de 2017.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION (b). Circular no. 1551 (2017 FIFA Refereeing International Lists). Disponível em

http://resources.fifa.com/mm/document/affederation/administration/02/82/17/33/circularno.1551-2017fifarefereeinginternationallists_neutral.pdf. Acessado em 23 Maio 2017.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE FOOTBALL ASSOCIATION (c). Laws of the game 2016/17. Disponível em https://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/refereeing/02/79/92/44/laws.of.the.game.2016.2017_neutral.pdf . Acessado em 23 de maio de 2017.

FIDELIX, Y.L.; Da SILVA, A.I. Morfologia do árbitro de futebol após 10 anos na arbitragem. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**. V.14, nº1: 27-35, jan/abr 2010.

Guyton, A.C.; Hall, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13ª Edição. Editora Elsevier, 2017

HARLEY, R.A.; TOZER, K.; DOUST, J. An analysis of movement patterns and physiological strain in relation to optimal positioning of association Football referees. In: Spinks W, Reilly T, Murphy A, editors. **Science and football IV**. London: Routledge, 137-43, 2002.

HARRISON, G.G.; BUSKIRK, E.R.; CARTER, J.E.L.; JOHNSTON, F.E.; LOHMAN, T.G.; POLLOCK, M.L.; ROCHE, A.F.; WILMORE, J.H. SKINFOLD THICKNESSES and measurement technique. In. T.G. Lohman, T. G.; Roche. A. F.; Martorell, R. (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual**. Illinois: Abridged Edition. Human Kinetics Books, 1991.

HELSEN, W.; BULTYNCK, J.B. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. **Journal of Sports Sciences**. 22, 179-189, 2004.

HOPKINS, W.G.; MARSHALL, S.W.; BATTERHAM, A.M.; HANIN, J. Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. **Med Sci Sports Exerc**. 41(1):3-12, 2009.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M.L. **Generalized equations for predicting body density of men.** *Br J Nutr.* (40),497-504. 1978.

KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. **J Sports Sci.** 19(11):881-891, 2001.

KRUSTRUP, P.; BRADLEY, P.S.; CHRISTENSEN, J.F.; CASTAGNA, C.; JACKMAN, S.; CONNOLLY, L.; RANDERS, M.B.; MOHR, M.; BANGSBO J. The Yo-Yo IE2 test: Physiological response for untrained men versus trained soccer players. **Med Sci Sports Exerc.** Vol. 47, no 1, pp 100-108, 2015.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; STEENBERG, A.; BENKE, J.; KJAER, M.; BANGSBO, J. Muscle and blood metabolites during soccer game: implications for sprint performance. **Med Sci Sports Exerc.** 38(6): 1165-74, 2006a.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; NYBO, L.; JENSEN, J.M.; NIELSEN, J.J.; BANGSBO. J. The Yo-Yo IR2 test: Physiological Response, Reliability, and Application to Elite Soccer. **Med Sci Sports Exerc.** 38(9):1666-1673, 2006b.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T. JOHANSEN, J.; STEENBERG, A.; PEDERSEN, P.K.; BANGSBO, J. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Med Sci Sports Exerc.** 35(4):697-705, 2003.

LÉGER, L.A.; LAMBERT, J.A. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO₂máx. **Eur J Appl Physiol.** 49:1-12. 1982.

LOHMAN, T.G.; HOUTKOOPER, L.; GOING, S.B. Body fat measurement goes high-tech: not all are created equal. **ACSM Health Fit J.** 1(1): 30-35, 1997.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do exercício: energia nutrição e desempenho humano.** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

McGOWAN, C.J.; PYNE, D.B.; THOMPSON, K.G. Warm-up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. **Sports Med.** Novembro, Vol 45 (11), 1523-1546, 2015.

MCLAUHLIN, J.E.; KING, G.A.; HOWLEY, E.; BASSETT, D.R.J.R; AINSWORTH, B.E. Validation of the COSMED k4 b2 portable metabolic system. **Int J Sports Med.** 22(4):280-284, 2001.

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

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; NIELSEN, J.J.; NYBO, L.; RASMUSSEN, M.K.; JUEL, C.; BANGSBO, J. Effect of two different intense training regimes on skeletal muscle ion transport proteins and fatigue development. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.** 292(4): R1594-602, 2007.

NIKOLAIDIS, P.T. Body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in adolescent and adult female volleyball players. **Journal of Research in Medical Sciences.** 18(1):22-26, 2013.

NIKOLAIDIS, P.T. Age-related differences in countermovement vertical jump in soccer players 8-31 years old: the role of fat-free mass. **American Journal of Sports Science and Medicine.** Vol.2, No.2, 60-64, 2014.

OLIVEIRA, M.; SANTANA, C.H.G.; NETO, T.L.B. Análise dos padrões de movimento e dos índices funcionais de árbitros durante uma partida de futebol. **Fitness e Performance Journal,** Rio de Janeiro, v. 7, n1, p42-47, 2008.

PAES, M.R.; FERNANDEZ, R. Evaluation of energy expenditures in forward and backward movements performed by soccer referees. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research.** 49(5):e5061, 2016. doi: 10.1590/1414-431X20155061.

PAES, M.R.; FERNANDEZ, R. **Determinação do gasto energético em cada ação motora desenvolvida pelo árbitro de futebol durante uma partida.** Dissertação de Mestrado. UFPR, 2012.

PAES, M.R.; FERNANDEZ, R.; DA SILVA, A.I. Injuries to football (soccer) referees during matches, training and physical tests. **Inter SportMed Jour.** Vol 12. No12.:74-84, 2011.

PETROSKI, L.R.; PIRES NETO, C.S. Validação de equações antropométricas para a estimação da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde.** Londrina, v.1, n.3: 5-14, 1996.

POOLE, D.C.; JONES, A.M. Measurement of the maximum oxygen uptake VO_{2max} : VO_{2peak} is no longer acceptable. *J Appl Physiol.* 122: 997-1002, 2017.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício - Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho.** 6ª ed. São Paulo: Manole, 2009.

RIBOLI, A.; EMILIANO, C.; RAMPICHINI, S.; VENTURELLI, M.; ALBERTI, G.; LIMONTA, E.; VEICSTEINAS, A.; ESPOSITO, F. Comparison between continuous and discontinuous incremental treadmill test to assess the velocity at VO_{2max} . **J Sports Med Phys Fitness.** Epub2016 Apr 13, 2016.

RIENZI, E.; DRUST, B.; REILLY, T.; CARTER, J.E.; MARTIN, A. Investigation of anthropometric and work-rate profiles of elite South American International soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness.** 40(2), 162-169, 2000.

RONTOYANNIS, G.P.; STALIKAS, A.; SARROS, G.; VLASTARIS A. Medical, morphological and functional aspects of Greek football referees. **J Sports Med Phys Fitness.** 38(3):208-214, 1998.

ROSS, W.D.; De ROSE, E.H.; WARD, R. Anthropometry applied to sports medicine. In: Dirix A, Knuttgen, Tittel K, editors. **Olympic book of sports medicine**. London: Blackwell Publications. 233-274, 1988.

ROSS, W.D. ; HEBBELINCK, M. ; VAN GHELUWE, B. ; LEMMENS, M.L. **Kinanthropométrie et l'appréciation de l'erreur de mesure**. *Kinanthropologie*. 4:23-24, 1972.

ROWLAND, T.W. Aerobic exercise testing protocols. In: ROWLAND, T.W., ed. **Pediatric laboratory exercise testing: clinical guidelines**. Champaign, Human Kinetics, p.19-41, 1993.

SAWYER, B.J.; BLESSINGER, J.R.; IRVING, B.A.; WELTMAN, A.; PATRIE, J.T.; GAESSER, G.A. Walking and Running Economy: Inverse association with peak oxygen uptake. **Med Sci Sports Exercise**. Vol 42. No11. 2122-7, 2010.

SPINKS, W.; REILLY, T.; MURPHY, A. **Science and Football IV**. London: E & FN Spon, 2002.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In: Brozek, J. & Hanschel, A. (Eds.), **Techniques for measuring body composition**. Washington, D.C. National Academy of Science, 1961.

WESTON, M.; BREWER, J. A study of the physiological demands of soccer refereeing. **Journal of Sports Sciences**. 20, 59-60, 2002.

WESTON, M.; CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; ABT, G. Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 10; 390-397, 2007.

WESTON, M.; CASTAGNA, C.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; BREIVIK, S. Ageing and physical match performance in English Premier league soccer referees. **Journal of Science and Medicine in Sport**. 13: 96-100, 2010.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L.; Kenney, L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício** - 4ª ed. São Paulo: Manole, 2010.

WILMORE, J.H.; FRISANCHO, R.A.; GORDON, C.C.; HIMES, J.H.; MARTIN, A.D.; MARTORELL, R.; SEEFELDT, V.D. Body Breadth Equipment and Measurement Techniques. In. T.G. Lohman, A. F. Roche & R. Martorell, (Eds.) **Anthropometric standardization reference manual**. Illinois: Abridged Edition. Human Kinetics Books. 1991.

ZAGATTO, A.M.; BECK, W.R.; GOBATTO, C.A. Validity of the Running Anaerobic Sprint Test for assessing anaerobic power and predicting short-distance performances. **J Strength Cond Res**. 23(6): 1820-1827, 2009.

ZAGATTO, A.M.; PAPOTI, M.; Da SILVA, A.S.R.; BARBIERI, R.A.; CAMPOS, E.Z.; FERREIRA, E.C.; LOURES, J.P.; CHAMARI, K. The hoff circuit test is more specific than na incremental treadmill test to assess endurance with the ball in youth soccer players. **Biol Sport**. 33 (3): 263-268, 2016.

APÊNDICE A

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARANÁ - SETOR DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE/ SCS -



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Novo teste aeróbico para avaliação do árbitro de futebol

Pesquisador: Mauro Ricetti Paes

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 27602414.0.0000.0102

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Fisiologia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 655.354

Data da Relatoria: 21/05/2014

Apresentação do Projeto:

Equipe de pesquisa: Alberto Inácio da Silva, Nilo Massaru Okuno e Ricardo Fernandez Perez.

O futebol nitidamente é um esporte com enorme importância tanto social quanto econômica em nosso país. Não somente a comunidade científica, mas a população em geral reconhece que o árbitro é peça fundamental para este esporte, pois uma decisão precipitada ou equivocada deste indivíduo interfere diretamente o resultado de uma partida.

Com o intuito de melhorar o nível dos árbitros internacionais, em 1990 durante a realização da Copa do Mundo, a Fédération Internationale de Football Association (FIFA) determinou que a idade máxima para um árbitro compusesse seu quadro seria reduzida de 50 para 45 anos devido a maior intensidade das partidas do futebol moderno. Além disso, desde 1989 esta entidade exige a aplicação de uma bateria de testes físicos destinados à avaliação dos árbitros. Em 2001 a FIFA executou uma mudança na sua bateria de testes físicos destinada a avaliar as capacidades físicas do árbitro. Ou seja, após 2001, a alteração ocorreu na ordem de realização dos testes. Primeiro passou a ser realizada a corrida de 12 minutos (teste Cooper), depois duas corridas de 50m e 200m de forma alternada, já que anteriormente se realizava primeiro as provas anaeróbicas e depois a aeróbica. Em 2006, entrando em vigor em 2007 e até hoje utilizada, a FIFA estabeleceu uma nova

Endereço: Rua Padre Camargo, 280

Bairro: 2º andar

CEP: 80.060-240

UF: PR **Município:** CURITIBA

Telefone: (41)3360-7259

E-mail: cometica.saude@ufpr.br