UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO CLARO

EDUCAÇÃO FÍSICA

Pedro Pereira Fontanetti

Determinação de acelerações em corridas máximas de 10, 20 e 30 segundos em esteira rolante não motorizada: efeitos da duração do esforço e relações com futebol.

Rio Claro
2020

Pedro Pereira Fontanetti

Determinação de acelerações em corridas máximas de 10, 20 e 30 segundos em esteira rolante não motorizada: efeitos da duração do esforço e relações com futebol.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto

Co-orientadora: Profa. Dra. Lilian Teresa Bucken Gobbi

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física

Rio Claro
2020

F679d

Fontanetti, Pedro Pereira

Determinação de acelerações em corridas máximas de 10, 20 e 30 segundos em esteira rolante não motorizada : Efeitos da duração do esforço e relações com futebol. / Pedro Pereira Fontanetti. -- , 2020

19 p. : tabs. + 1 CD-ROM

Trabalho de conclusão de curso (-) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,

Orientador: Claudio Alexandre Gobatto

Coorientadora: Lilian Teresa Bucken Gobbi

1. Aceleração. 2. Futebol. 3. Fisiologia. 4. Teste de esforço. 5. Teste de Esteira Rolante. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A aceleração é um atributo físico essencial para um melhor desempenho em corridas máximas no futebol. Estudos anteriores têm sido realizados buscando a quantificação e treinamento da capacidade em executar movimentos de alta velocidade, já que se entende que a velocidade de corrida é um diferencial que pode gerar vantagem dentro de campo. Estes estudos buscaram utilizar diversos meios e métodos para mensurar essas capacidades físicas em campo, como o Global Positioning System (GPS) e Local Positioning System (LPS), e sistemas de vídeo como ViconX. Existem alternativas para a mensuração da aceleração, como a esteira rolante não motorizada; entretanto, estudos sobre aceleração no futebol com testes laboratoriais são escassos. Com isso, outras formas de mensuração e coleta devem ser investigadas para melhora desta capacidade física. A esteira rolante não motorizada é um ergômetro que consegue determinar com precisão atributos como potência, velocidade e força compatíveis com dados obtidos em campo. **OBJETIVO:** Verificar se é possível determinar a aceleração de indivíduos ativos através da realização de esforços máximos em esteira rolante não motorizada, em três tempos diferentes (10, 20 e 30 segundos), e se essas acelerações podem ser consideradas semelhantes entre si e dentro do que se verifica em um campo de jogo no futebol profissional. Além disso, determinar potência máxima e média, e índice de fadiga. **MÉTODOS:** Seis indivíduos do sexo masculino, todos caracterizados como fisicamente ativos e idade entre 18 e 22 anos, participaram do estudo. Os participantes realizaram tiros de velocidade máxima dentro dos tempos determinados (10, 20 e 30s), visando encontrar a aceleração máxima dentre os testes realizados. Foram realizadas 4 visitas ao laboratório para coleta de dados, com intervalo de 24h entre os testes, sendo a primeira visita com o intuito de adaptação ao ergômetro e medições antropométricas, e as demais para os diferentes tempos, os quais foram escolhidos aleatoriamente. A Esteira Rolante Não Motorizada foi utilizada como ergômetro no presente estudo, no qual os participantes executaram corridas máximas amarrados pela cintura a um dinamômetro, que mede a força de arrasto exercida durante a corrida. **RESULTADOS:** A ANOVA revelou diferença entre os grupos para os parâmetros. Testes post hoc revelaram que aceleração final e índice de fadiga mostraram-se diferenças significativas para o tempo de 10 segundos em comparação com os tempos de 20 e 30 segundos, que entre si não mostraram diferença significativa. **CONCLUSÃO:** Foi possível determinar aceleração em esteira rolante não motorizada com os esforços máximos, assim como a aceleração mostrou-se semelhante com o que se verifica em campo durante uma partida de futebol profissional. O teste de corrida máxima de 10 segundos pareceu ser a melhor alternativa entre as durações de esforço estudadas para avaliar aceleração e o tempo de 30 segundos mostrou-se mais eficaz quando o objetivo se trata sobre a tolerância a acidose. O teste de tempo de 20 segundos não discriminou aceleração.

Sumário

1. INTRODUÇÃO 4
2. OBJETIVOS 7
3. MATERIAIS E MÉTODOS 7
4. RESULTADOS 9
5. DISCUSSÃO 14
6. CONCLUSÃO 17
7. REFERÊNCIAS 17

1. INTRODUÇÃO

No futebol contemporâneo, com o avanço das técnicas e táticas, as partidas entre clubes profissionais têm alcançado níveis muito equilibrados, proporcionando a necessidade de inclusão de elementos que possam promover diferenciadores que gerem vantagens de uma equipe sobre a outra. Um dos fatores que podem determinar o vencedor é a capacidade física dos jogadores, sabendo disso, clubes têm investido cada vez mais no aperfeiçoamento físico de seus atletas. Desde o início dos anos 1970 pesquisas sobre a análise dos perfis de movimento têm sido realizadas com atletas de esportes coletivos (BROOK & KNOWLES, 1974), sendo que a maioria dos estudos está centrada na quantificação e treinamento da capacidade em executar movimentos de alta velocidade (BRADLEY et al., 2009).

O futebol apresenta um perfil físico predominantemente aeróbio, intervalado com frequentes surtos de movimentos de alta velocidade (BANGSBO, 1994), no qual o deslocamento com e sem bola exige um alto nível dos atributos físicos como força de explosão (potência), capacidade aeróbia e elevada habilidade técnica (PHILIPPAERTS et al., 2006; GERISCH, 1992; TIMÃO, 2002; TUBINO, 1973). Essas capacidades físicas vêm sendo estudadas desde então, contudo a aceleração, definida como a taxa de mudança da velocidade (LITTLE & WILLIAMS, 2005), é muito pouco estudada. No entanto, sabe-se que acelerar é mais exigente energeticamente do que movimentos de velocidade constante (OSGNACH et al., 2010) e sua determinação pode contribuir como ferramenta para a análise de respostas fisiológicas no futebol de alto rendimento (BANGSBO, 1994). Nesse sentido, a aceleração, sendo um fator importante no desempenho de uma equipe de futebol pode, sem dúvidas, gerar vantagens físicas e, por conseguinte, táticas viáveis a serem aplicadas quando do confronto com diferentes equipes adversárias. Varley & Aughey (2012) com o uso de GPS e Matos (2008) com o uso de equipamentos de fotocélulas (sensores fotoelétricos) mostram que os atletas iniciam a aceleração estando predominantemente posicionados em pé e já em locomoção, com uma velocidade aproximada de $4m.s^{-1.}$ Bradley et al. (2010) corroboraram com essas observações, também sugerindo que as acelerações foram mais altas quando os jogadores se moveram a partir de corridas de baixa intensidade ($3,8\pm0,3m.s^{-2}$) em comparação a corrida em alta intensidade ($3,1 \pm 0,5m.s^{-2}$). Também foi observado por Bradley et al. (2010), por meio de um sistema de multicâmeras, e Varley & Aughey (2012), utilizando GPS

como ergômetro, que o perfil de corrida em alta intensidade, tempo médio de recuperação e velocidade máxima de corrida dos jogadores variam marcadamente entre posições de jogo, o que torna essas análises ainda mais importantes, se considerado o jogo de maneira integrada.

Há diversos meios e métodos para mensurar essas capacidades físicas observadas durante o jogo, uma delas é o sistema de análise de movimento, através do uso de medidas como o *local position measurement* (LPM), *global positioning system* (GPS), Sistema de análise de movimento *Vicon*, entre outros. Esses sistemas vêm sendo utilizados como importantes ferramentas na ajuda da avaliação das capacidades físicas dos jogadores no futebol, não apenas em situações de testes, mas principalmente durante as partidas. Osgnach et al. (2010) sugeriram o uso de análise de vídeo (por exemplo, *ProZone* ou *Vicon*) para competições oficiais e GPS para treinamentos, já que a utilização de GPS é mais prática, podendo ser utilizada em qualquer ambiente. Já a análise por meio de sistema envolvendo imagens (vídeo) é necessária uma melhor e maior infraestrutura para portar, administrar e utilizar esse sistema, como por exemplo os grandes estádios modernos. Stevens et al. (2014) buscaram comparar esses dois tipos de sistemas, utilizou o LPM (*local position measurement*) para mensurar acelerações e desacelerações de 12 atletas amadores de futebol masculino e comparou com um sistema de análise de movimento por vídeo Vicon de 10 câmeras (Vicon MX T40S, Nexus 1.7.1, Oxford, Reino Unido). Os autores observaram que que em corridas lineares (sem mudanças de direção ou sentido), a aceleração ou desaceleração média não diferiram significativamente entre os dois sistemas comparados. Enquanto, Haugen et al. (2014) realizou uma revisão de literatura com o objetivo de investigar o papel e o desenvolvimento dos *sprints* no futebol, utilizando GPS (global posiotining system) como ergômetro. Foi notado que jogadores de futebol correm cerca de 9 a 12km durante uma partida de futebol, sendo 8% a 12% de corridas em alta intensidade (*sprints*), tendo como pico de velocidade de s*print* 31 a 32km.h^{-1} por tiro, com duração de 3 a 4 segundos e/ou menor do que 20 metros, percorridos durante o s*print*. Utilizando GPS como ergômetro, Varley & Aughey (2012) mensuraram a velocidade pico de *sprint* dos atletas com corrida de alta velocidade e encontraram em seu estudo características importantes sobre aceleração. Os autores relataram que a aceleração máxima encontrada foi superior a 2,78 m.s^{-2} e, que após uma aceleração máxima os jogadores continuam a acelerar, já que 85% das acelerações tiveram uma velocidade final <4,17 m.s^{-1}. Definiram uma velocidade superior a > 7 m.s^{-1} para o *sprint* de potência, no qual por meio dessa foi calculada a taxa mínima de aceleração de

$3m.s^{-2}$. Foi notado que, do total de *sprints* realizados por partida por jogadores competindo na liga inglesa (*Premier League)*, apenas 30% foram *sprints* explosivos, concluindo que os 70% dos *sprints* restantes demonstraram um valor submáximo de aceleração. Isso os fez sugerir que apesar das grandes correlações entre aceleração e velocidade máxima em testes de campo, durante uma partida nem sempre é necessário acelerar ao máximo para alcançar uma velocidade máxima e que executando uma aceleração máxima nem sempre levará a corridas máximas ou de alta velocidade. Matos (2008) utilizou equipamentos fotossensíveis para análise da capacidade de aceleração de jogadores de futebol e futsal juvenil comparando os dois grupos com um teste de velocidade de 10 metros. O grupo do futebol teve seus movimentos coletados classificados em parado, andando ($4km.h^{-1}$), trotando ($8km.h^{-1}$), correndo em baixa velocidade ($12km.h^{-1}$), correndo em velocidade moderada ($16km.h^{-1}$), correndo em alta velocidade ($21km.h^{-1}$), *sprints* ($30km.h^{-1}$) e correndo de costas ($12km.h^{-1}$). Ao comparar os dois grupos obteve a média de desempenho dos atletas, para o futsal foi de 1,53s e 1,79s para os atletas de futebol de campo. Matos (2008) explica o resultado devido as características de cada modalidade, pois na literatura verifica-se que arranques em alta intensidade acontecem com mais frequência no futsal em relação ao futebol de campo.

Por outro lado, reproduzir essas características de perfil de movimento em laboratório é uma importante ferramenta para a área de prescrição de treinamento e entendimento desses atributos, podendo ser crucial para melhorar perfis de desempenho dos atletas e correlacioná-los às performances observadas em partidas de futebol. Assim, protocolos e ergômetros específicos para melhorar a avaliação do desempenho nos esportes individuais e coletivos foram projetados no decorrer dos avanços de pesquisa na área. Em sua maioria, os estudos utilizam cicloergômetros para mensurar capacidades cinéticas (BISHOP e EDGE, 2006; MCGAWLEY e BISHOP, 2006), mas essa abordagem carece de especificidade na avaliação de esportes baseados em corrida, já que não simula idealmente o padrão de movimento específico. O modelo de corrida atada, em que o corredor realiza *sprints* (tiros de velocidade máxima) enquanto amarrado pela cintura a um dinamômetro, que mede a força exercida durante a corrida (CARLING et al., 2012; LAKOMY, 1987), é uma alternativa para medir a cinética do *sprint* com um padrão de movimento para a corrida em campo (CARLING et al., 2012; MORIN e SEVE, 2011), mensurando diversas variáveis como força, velocidade e potência com sensível precisão (SOUSA et al., 2015). Nesse sentido, tem sido usualmente realizadas, em laboratório, corridas monitoradas em esforços desenvolvidos em esteira rolante

não motorizada como ergômetro, implementada com sensores de tempo, velocidade e força (MORIN et al., 2011). Em um sistema semi-atado (atleta amarrado, mas com movimento ainda possível) em campo, Lima et al. (2011) mostraram que variáveis de corrida nessas condições, como por exemplo força e velocidade, apresentaram resultados mais próximos do desempenho de corrida livre do que aqueles mensurados por cicloergômetros. Isso foi possível, assim como no caso da esteira rolante não motorizada, que tem a vantagem da especificidade, aproximando a realidade das condições de funcionamento e ainda permitindo a dissociação potência de saída, força e velocidade. Estudos com o uso de esteira não motorizada forneceram uma maneira muito eficaz de medir a saída de energia, porque esse método fornece um banco de dados de força e velocidade (GAMA et al., 2016). Neste contexto, se faz necessário uma investigação mais profunda sobre aceleração envolvendo métodos laboratoriais. Ainda, é importante verificar se o ergômetro permite estabelecer acelerações próximas a aquelas encontradas em campo por GPS/LPS ou via vídeo. Entretanto, para nosso conhecimento, não há na literatura nenhum estudo que tenha realizado este tipo de análise.

2. OBJETIVOS

O objetivo desse estudo foi determinar a aceleração máxima em ERNM (esteira rolante não motorizada), em corridas realizadas em três tempos diferentes para o máximo atingimento da potência máxima, a saber 10, 20 e 30 segundos, em indivíduos ativos. O objetivo específico foi verificar se o ergômetro permite estabelecer acelerações próximas a aquelas descritas para atletas do futebol. Ainda, se há diferenças entre as acelerações obtidas a partir dos três tempos de duração estabelecidos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Seis indivíduos do sexo masculino, todos caracterizados como fisicamente ativos e idade entre 18 e 22 anos, participaram do estudo. Os participantes apenas realizaram os testes propostos após a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Estadual de Campinas. Nesse sentido, todos os procedimentos realizados estão de acordo com os padrões éticos estabelecidos na declaração de Helsinki (HARRIS & ATKINSON, 2014). Todos os

participantes foram informados com detalhes, antes do início do experimento, dos procedimentos aos quais foram submetidos e qualquer um deles teve amplo direito de desistir de sua realização a qualquer momento, sem a necessidade de explicar os motivos.

Os participantes realizaram três corridas de aceleração máxima dentro dos tempos determinados (10, 20 e 30s), visando atingir a máxima velocidade, realizados em esteira rolante não motorizada, usada neste estudo como ergômetro. Foram determinadas as acelerações dos participantes em corridas máximas de 10, 20 e 30 segundos, sendo esses amarrados pela cintura a um dinamômetro, com registros de força em elevada frequência de captura (1000Hz) (CARLING et al., 2012; LAKOMY, 1987). Desta forma, os participantes realizaram os três esforços em dias distintos, com intervalos mínimos de 24h entre os testes. Os diferentes tempos de execução foram aleatorizados para os diferentes participantes.

As velocidades dos participantes nos testes foram determinadas por sensor de efeito Hall, em presença de um ímã localizado no cilindro (rolo) frontal da esteira não motorizada, tendo os sinais sincronizados com tempo em alta frequência de aquisição de dados (1000 Hz). Os sinais foram capturados em ambiente LabView e analisados em MatLab.

Assim, foram realizadas 4 visitas ao laboratório para coleta de dados, sendo a primeira com o intuito de adaptação ao ergômetro e medições antropométricas, e as demais para os diferentes tempos, os quais foram escolhidos aleatoriamente. Antes da realização dos testes, os participantes realizaram aquecimento em esteira rolante motorizada Inbramed (Super ATL, Porto Alegre, Brasil), correndo por 5 minutos a uma velocidade de 7,0 $km.h^{-1}$, e mantendo-se em repouso por mais cinco minutos.

Os dados de velocidade foram coletados, sendo as acelerações calculadas a partir da variação dos registros dessa variável a cada segundo. A partir das determinações das acelerações, os valores máximo, médio e final foram determinados para cada um dos tempos de esforços (10, 20 e 30s). O tempo para o atingimento da aceleração máxima foi registrado e os índices de fadiga para a aceleração (IFA) foram determinados para cada um dos tempos de esforços. O IFA foi calculado pela razão da diferença entre a aceleração máxima e final pelo valor de aceleração máxima ([aceleração máxima – aceleração final / aceleração máxima]*100).

A análise estatística foi realizada no software Statistica. ANOVA One-way foi aplicado para todos os parâmetros obtidos nas séries de efeito do tempo (10, 20 e 30s). Quando necessário, post hoc de Newman Keuls foi usado para a análise de diferença entre

médias. Correlação produto-momento (Pearson) foi aplicada entre todos os parâmetros obtidos no trabalho. Em todos os casos, o nível de significância foi prefixado para P<0,05 (5%).

4. RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os resultados médios dos parâmetros de aceleração dos participantes nos testes de 10, 20 e 30 segundos. Os valores máximo, médio e mínimo, assim como o tempo de atingimento da aceleração máxima não apresentaram diferenças significativas. Entretanto, o índice de fadiga de aceleração (IFA) foi superior no tempo 30s em relação aos outros dois tempos de esforços (10s e 20s).

Tabela 1. Resultados das acelerações média, máxima e final, o tempo de atingimento da aceleração máxima e o índice de fadiga da aceleração dos participantes do estudo (n=6).

Tempo do Teste	10s	20s	30s
Aceleração Média ($m.s^{-2}$)	4,83±0,42	4,77±0,31	4,45±0,42
Aceleração Máxima ($m.s^{-2}$)	5,67±0,47	5,50±0,39	5,18±0,68
Aceleração Final ($m.s^{-2}$)	5,44±0,41	4,67±0,32*	4,23±0,34*
Tempo para Ac. Máxima (s)	6,33±1,63	6,66±1,75	9,40±5,17
Índice de Fadiga de Ac (%)	4,00±2,61	14,96±3,66*	17,42±10,29*

*diferença significativa (P<0,05) em relação a 10s

A Figura 1 apresenta as cinéticas das acelerações obtidas nos testes de 10, 20 e 30 segundos, individualmente para cada participantes do estudo. Os participantes apresentaram aceleração média ($m.s^{-2}$) de 4,83±0,42 para o teste de 10s, 4,77±0,31 para 20s e 4,45±0,42 para 30s (Tabela 1). Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias pelo teste post hoc, uma vez que os valores de P não se mostraram significantes entre 10s e 20s (P=0,804), 10s e 30s (P=0,303) e entre os tempos de 20s e 30s (P=0,219). Esses resultados também foram observados para as acelerações máximas ($m.s^{-2}$) entre os tempos, com média de 5,67±0,47 para 10s, 5,50±0,39 para 20s e 5,18±0,68 para 30s (Tabela 1), os

quais também não obtiveram valores significante de P, respectivamente: 10s e 20s (P=0,580), 10s e 30s (P=0,281) e, por fim, 20s e 30s (P=0,322).

O tempo de atingimento da aceleração máxima (s) obteve as médias de 6,33±1,63 segundos para o teste de 10s, 6,66±1,75 segundos para o teste de 20s e 9,40±5,17 para o teste de 30s (Tabela 1). Esse parâmetro também não revelou no teste post hoc valores de P inferiores a 0,05. Para a correlação entre 10s e 20s (P=0,860), 10s e 30s (P=0,258), e para 20s e 30s (P=0,163).

Por outro lado, o teste post hoc apontou diferenças significativas para as categorias de aceleração final e de índice de fadiga. Os participantes obtiveram a média de aceleração final ($m.s^{-2}$) de 5,44±0,41 para o teste de 10s, 4,67±0,32 para o teste de 20s e de 4,23±0,34 para o teste de 30s. O teste post hoc apontou a diferença entre os testes de 10s e 20s (P= 0,003), 10s e 30s (P= 0,000), não indicando P significante entre 20s e 30s (P= 0,06). Para o índice de fadiga de aceleração (%), foram obtidas médias de 4,00±2,61 para o teste de 10s, 14,96±3,66 para o teste de 20s e, para o teste de 30s, o percentual da média foi de 17,42±10,29. Por meio do teste de post hoc, foi apontado que para o esforço de 10s o resultado foi diferente dos testes de 20 (P=0,009) e 30 segundos (P= 0,006), e apontou semelhança entre os resultados obtidos nos testes de 20s e 30s (P= 0,507).

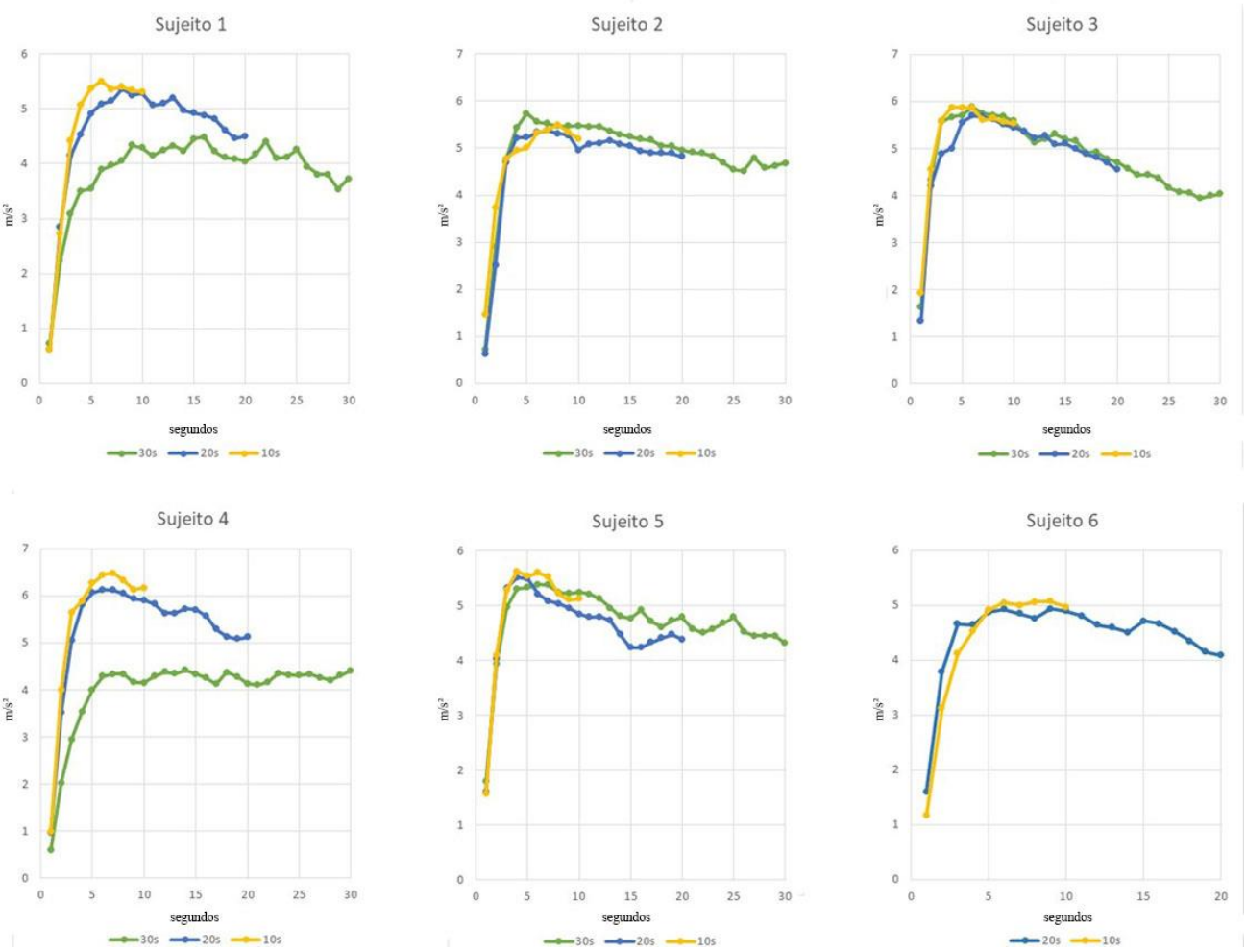

Figura 1. Cinéticas individuais das acelerações nas corridas máximas de 10, 20 e 30 segundos.

Os valores de correlação dos testes apontaram valores de P significantes e negativos (inversos) entre ACMAX 10 e AC MED 20 (r=-0,9935 P=0,000), AC MED 10 (r=-0,9225 P=0,003), ACFINAL 20 (r=-0,8312 P=0,040) e AC FINAL 10 (r=-0,9496 P=0,004). Houve também correlação inversa e significativa também entre ACMED 10 e AC FINAL 10 (r=-0,8545 P=0,030). Resultados semelhantes foram observados entre T-AT ACMAX10, IFA20 (r=-0,8662 P=0,026) e IFA10 (r=-0,8711 P=0,024). Houve correlação inversa e significativa entre AC MAX20 e os parâmetros ACMAX10 (r=-0,9932 P= 0,008), AC MED 20 (r=-0,9406 P=0,005), AC MED10 (r=-0,9642 P=0,002), AC FINAL20 (r=-0,8163 P=0,48) e AC FINAL10 (r=-0,9147 P=0,011). Para AC MED20, quando correlacionado com os parâmetros AC MED10 (r=-0,9281 P=-0,008), AC FINAL20 (r=-0,8932 P=0,017) e AC FINAL10 (r=-0,9768 P=0,001) os resultados foram inversos e significativos. Para AC FINAL 20 apenas

com AC FINAL 10 (r=-0,9024 P=0,014) e para T-AT ACMAX20 apenas com IFA10 (r=-0,9708 P=0,001), as correlações também foram inversas e significativas. Para os parâmetros do teste de 30 segundos o n amostral foi de 5 participantes. Os resultados de correlações para essa duração de esforço revelaram valores inversos para AC MAX 30 com AC MED30 (r= -0,9714 P=0,006) e T-AT MAX30 (r= -0,9533 P=0,012). Entre AC MED30 e T-AT MAX30, as correlações foram também elevadas, inversas e significativas (r= -0,9976 P=0,000). Todos os resultados de correlações entre os parâmetros podem ser encontrados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de correlações (Pearson – Produto Momento) entre os parâmetros de Aceleração máxima, média e final, tempo de atingimento da potência máxima e índice de fadiga de aceleração para as durações de 10, 20 e 30s de all-out em esteira rolante não motorizada. Os dados são r (coeficiente de correlação), P (significância) e o número de participantes (N).

	AC MAX30	AC MAX20	AC MAX10	AC MED30	AC MED20	AC MED10	AC FINAL30	AC FINAL20	AC FINAL10	T-AT ACMAX30	T-AT ACMAX20	T-AT ACMAX10	IFA30	IFA20	IFA10
AC MAX30	1,0000	-,3487	-,4073	-,9714	-,2622	-,0569	-,4113	-,2684	-,4720	-,9533	-,3046	-,1739	-,8118	-,0826	-,2457
	P--	P=,565 (N=5)	P=,496 (N=5)	P=-,006 (N=5)	P=-,670 (N=5)	P=-,928 (N=5)	P=-,491 (N=5)	P=,662 (N=5)	P=,422 (N=5)	P=,012 (N=5)	P=,618 (N=5)	P=780 (N=5)	P=,095 (N=5)	P=,895 (N=5)	P=,690 (N=5)
AC MAX20		1,0000	-0,9832	-,3487	-,9406	-,9642	-0,599	-,8163	-,9147	-,2647	-,6185	-,3039	-,5003	-,3759	-,5015
		P--	P=-,008	P=-,565 (N=5)	P=,005	P=,002	P=,924 (N=5)	P=0,48	P=,011	P=,667 (N=5)	P=,191	P=,558	P=,391 (N=5)	P=463	P=311
AC MAX10			1,0000	-,3500	-,9935	-,9225	-,0274	-,8312	-,9496	-,3313	-,5423	-,2251	-,5417	-,3403	-,4192
			P--	P=,564 (N=5)	P=,000	P=,003	P=,965 (N=5)	P=,040	P=,004	P=,586 (N=5)	P=,266	P=,668	P=,346 (N=5)	P=,509	P=,408
AC MED30				1,0000	-,2331	-,0112	-,5964	-,2497	-,4545	-,9976	-,4576	-,1668	-,6663	-,0297	-,3662
				P--	P=,706 (N=5)	P=,986 (N=5)	P=,288 (N=5)	P=,685 (N=5)	P=,442 (N=5)	P=,000 (N=5)	P=,438 (N=5)	P=,789 (N=5)	P=,219 (N=5)	P=,962 (N=5)	P=,544 (N=5)
AC MED20					1,0000	-0,9281	-,0841	-,8932	-,9768	-,2278	-,3809	-,0156	-,4287	-,1496	-,2194
					P--	P=-,008	P=,893 (N=5)	P=,017	P=,001	P=,712	P=,456	P=,977	P=,471 (N=5)	P=,777	P=,676
AC MED10						1,0000	-,1103	-,7348	-,8545	-,0038	-,6632	-3576	-,2251	-,4445	-,5409
						P--	P=,860 (N=5)	P=,096	P=,030	P=,995 (N=5)	P=,151	P=,486	P=,716 (N=5)	P=,337	P=,268
AC FINAL30							1,0000	-,2117	-,0502	-,6340	-,4651	-,3096	-,1903	-,2068	-,2439
							P--	P=,733 (N=5)	P=,936 (N=5)	P=,251 (N=5)	P=,430 (N=5)	P=,612 (N=5)	P=,719 (N=5)	P=,739 (N=5)	P=,693 (N=5)
AC FINAL20								1,0000	-,9024	-,2565	-,2143	-,2176	-,4939	-,2285	-,0312
								P--	P=,014	P=,677 (N=5)	P=,683	P=,679	P=,398 (N=5)	P=,663	P=,953
AC FINAL10									1,0000	-,4510	-,2584	-,0541	-,5602	-,0923	-,1137
									P--	P=,446 (N=5)	P=,621	P=,919	P=,326 (N=5)	P=,862	P=,830
T-AT ACMAX30										1,0000	-,5079	-,1833	-,6240	-,0045	-,4123
										P--	P=,382 (N=5)	P=,768	P=,261 (N=5)	P=,994 (N=5)	P=,490 (N=5)
T-AT ACMAX20											1,0000	-,7460	-,0182	-,7001	-,9708
											P--	P=,084	P=,977 (N=5)	P=,121	P=,001
T-AT ACMAX10												1,0000	-,3950	-,8662	-,8711
												P--	P=,510 (N=5)	P=,026	P=,024
IFA30													1,0000	-,0278	-,1135
													P--	P=,965 (N=5)	P=,856 (N=5)
IFA20														1,0000	-,7981
														P--	P=,057
IFA10															1,0000
															P--

Tabela de Correlação entre os parâmetros aceleração máxima (ACMAX), aceleração média (ACMED), aceleração final (AC FINAL), tempo de atingimento da aceleração máxima (T-AT ACMAX), índice de fadiga de aceleração (IFA). Valores de P menores que 0,05 foram considerados significativos estatisticamente.

5. DISCUSSÃO

O objetivo desse trabalho foi verificar a possibilidade de determinar a cinética da aceleração de indivíduos ativos através de testes em uma esteira rolante não motorizada, seguindo um protocolo de três tempos (10s, 20s e 30s). Além disso, analisar se as acelerações coletadas são semelhantes entre si e dentro da dimensão que a literatura verifica em um campo de futebol profissional. Os testes foram realizados em ambiente controlado, visto que os participantes buscaram alcançar a velocidade máxima dentro do tempo estabelecido, no qual os três tempos estipulados no protocolo visam analisar se há diferença nas variáveis de aceleração (máxima, média e final), bem como o tempo de atingimento da aceleração máxima e o índice de fadiga da aceleração.

No teste de 10 segundos, para atingir a velocidade máxima dentro de uma curta duração de tempo os participantes não pouparam esforços e realizaram um sprint explosivo, evitando possíveis valores submáximos de aceleração. Nos testes de 20s e 30s, devido sua maior duração, foi esperado encontrar valores submáximos de aceleração nos primeiros segundos do teste, visto que esses valores seriam uma estratégia dos atletas para manter uma maior velocidade por mais tempo. Em sua investigação com os jogadores de futebol profissionais, VARLEY & AUGHEY (2012) notaram que apenas 30% das corridas máximas em campo foram *sprints* explosivos, ou seja, com velocidade de > 7m/s², sendo assim visto que os 70% restantes apontaram um valor submáximo de aceleração. Isso sugere que apesar das grandes correlações entre aceleração e velocidade máxima em testes de campo, durante uma partida de futebol nem sempre é necessário acelerar ao máximo para alcançar velocidade máxima e que executando uma aceleração máxima nem sempre levará a corridas máximas ou de alta velocidade. Sendo assim, nos testes de 10 e 20 segundos observamos que foram necessários apenas 6 segundos para os participantes alcançarem o pico de aceleração; enquanto no teste de 30 segundos, obtivemos uma média de 9.4 segundos (Tabela 1). Já Haugen et al. (2014) constataram em seu estudo que jogadores de futebol alcançam velocidade pico em sprints de 3 a 4 segundos de duração. Essa diferença entre o tempo de atingimento da velocidade pico pode ser explicada pela diferença de profissionalização dos indivíduos presentes no estudo, enquanto que a presente investigação utilizou indivíduos

fisicamente familiarizados com a prática do futebol, o estudo de Haugen et al. (2014) utilizou atletas profissionais de futebol das melhores ligas do futebol europeu. Nota-se que corridas de 10 segundos são mais que suficientes para alcançar a aceleração observada em jogo, já que em partidas de futebol nem sempre o jogador tem 10 segundos para realizar um movimento de corrida em alta velocidade, como visto na investigação de Haugen et al. (2014). Os autores mostraram que durante uma partida de futebol jogadores constantemente alcançam sua aceleração pico em tiros de velocidade com duração de 3 a 4 segundos e/ou menor do que 20 metros percorridos, explicando a média de aceleração encontrada em campo. Em nosso estudo, em média, foi necessário 7 segundos para alcançar a aceleração pico na esteira não motorizada (10,20 e 30 segundos), enquanto que a média de aceleração nas corridas de 10 segundos foi de (4,83 ± 0,42 $m.s^{-2}$), 30 segundos (4,45 ± 0,48 $m.s^{-2}$) e 20 segundos (4,77 ± 0,51 $m.s^{-2}$). Esses resultados parecem corroborar com os dados encontrados na literatura, como calculado por Varley & Aughey (2012), sendo o valor mínimo de aceleração encontrada foi de 3 $m.s^{-2}$. Como relatado no trabalho de Bradley et al. (2010) a aceleração em corrida de alta velocidade foi em torno de 30% inferior (3,1 ± 0,5 $m.s^{-2}$). O futebol é um esporte altamente competitivo e de alto nível profissional, onde a mínima diferença física pode ser um fator de vantagem ou desvantagem dentro de campo. Por conta disso os clubes vêm cada vez mais investindo em áreas de mensuração de atributos físicos para preparar e melhorar fisicamente seus atletas e selecionar os mais aptos fisicamente para entrar em campo. Ter um ergômetro que possibilita mensurar atributos com a mesma exatidão com os resultados obtidos em campo pode oferecer diversas possibilidades na avaliação dos atletas e facilitar os protocolos de coleta.

Os dados coletados neste estudo demonstram a precisão da esteira rolante não motorizada em sua captação sobre as acelerações como ergômetro em comparação com resultados coletados em campo via GPS e vídeo. Isso parece possibilitar avaliações precisas e controladas para determinar aptidões físicas dos jogadores em corridas de elevada potência mecânica, além da determinação do índice de fadiga em torno de um objetivo específico. GAMA et al. (2016) concluíram em sua investigação sobre esteira rolante não motorizada que o ergômetro tem a vantagem da especificidade, aproximando-se do que se vê em corridas reais, assim como permite a dissociação da potência de saída, força e velocidade. E que o entendimento mais amplo da relação entre a potência e seus componentes mecânicos pode oferecer uma ferramenta individualizada para um diagnóstico preciso para melhorar o

desempenho de corrida. GAMA et al. (2016) também mostraram que o ergômetro garante a especificidade dos esportes que envolvem o exercício de corrida, como o futebol, a partir da avaliação tanto aeróbia e parâmetros anaeróbicos, realizados em um único dia de aplicação. Podemos então identificar que é possível discriminar os jogadores com maior potência através do tempo em que se alcançou a aceleração pico, como observado no teste de 30 segundos (Figura 1), quanto antes foi atingido a aceleração pico, maior foi a aceleração alcançada no teste. Através dos resultados obtidos nesse estudo foi possível identificar as funcionalidades dos testes de 10, 20 e 30 segundos. Estatisticamente os testes apresentaram diferença na aceleração final obtida, o que já era esperado acontecer por conta do tempo de corrida. O teste de 30 segundos é mais exaustivo e estressante que o teste de 20 segundos, que subsequentemente é mais que o teste de 10 segundos. Todos os testes possibilitam mensurar precisamente a aceleração do atleta, porém como ambos apresentam o mesmo resultado não é necessário expor o atleta a um teste de longa duração, uma vez que como vimos, o intervalo de tempo de 0 a 10 segundos já permite atingir a aceleração observada em jogo. A duração para aceleração média e aceleração pico não apresentaram diferença entre os testes de 10, 20 e 30 segundos; sendo, portanto, mais interessante o uso de um protocolo de 10 segundos por conta do baixo estresse causado em comparação com testes mais longos.

O teste de 20 segundos mostrou-se indiferente em relação aos testes de 10 e 30 segundos quando se tratando de aceleração média e máxima. Sendo assim um tempo de duração a ser descartado em possíveis avaliações, pois não discrimina aceleração, esta que só ocorre em testes de 10 e 30 segundos. A aceleração média e pico observadas em campo de jogo já podem ser obtidas em corridas máximas de 10 segundos em esteira não motorizada, porém para avaliação de ácidos não é tão útil como o teste de 30 segundos. Para identificar tolerância a acidose passa a ser mais recomendado o teste de 30 segundos, pois estatisticamente quando sobre mensuração do índice de fadiga os testes de 20 e 30 segundos não mostraram diferenças, enquanto que o teste de 10 segundos mostrou-se diferente dos testes de 20 e de 30 segundos. Porém Vasque et al. (2017) concluíram em seu trabalho que corridas máximas All-out de 20 segundos apresentam valores similares a corridas máximas All-out de 30 segundos, favorecendo o uso do teste de 20 segundos para avaliar os construtos anaeróbicos, potência e capacidade. Considerando dessa forma sendo a melhor duração para avaliar as vias não mitocondriais, pois a demanda glicolítica parece ser tão grande quanto em corridas All-out de 30 segundos.

6. CONCLUSÃO

O ergômetro se mostrou preciso ao determinar a aceleração, com elevado potencial de predição, haja vista que atinge valores semelhantes dentro do que se observa em um campo de jogo no futebol profissional. Em síntese, o teste de corrida máxima de 10 segundos parece ser a melhor alternativa entre as durações de esforço estudadas para avaliar aceleração, já que se mostrou um intervalo de tempo mais que suficiente para alcançar aceleração pico e discriminar os atletas em termos de aptidão. O teste de 20 segundos não se mostrou atraente para o parâmetro estudado, pois não difere dos dados obtidos para 30s, enquanto que, esse último, revelou diferenças de elevada dimensão em relação aos dados de 10s, se mostrando, portanto, mais interessante quando o objetivo da avaliação for causar maior demanda anaeróbia.

7. REFERÊNCIAS

Bangsbo J. T he physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. Acta Physiol Scand Suppl 1994; 619:1-155.

Bishop D, Edge J. Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. *Eur J Appl Physiol*, 2006; 97: 373-379.

Bradley PS , Sheldon W , Wooster B , Olsen P , Boanas P , Krustrup P . High intensity running in English FA Premier League soccer matches . J Sports Sci 2009 ; 27 : 159-168.

Brooke JD , Knowles JE . A movement analysis of player behaviour in soccer match performance. British Society of Sport Psychology Proceedings 1974 ; 246-256.

Carling C, Le Gall F, Dupont G. Analysis of repeated high-intensity running performance in professional soccer. J Sports Sci, 2012; 30:325-336.

Cavagna G A , Komarek L , Mazzoleni S . The mechanics of sprint running. J Physiol 1971; 217:709-721.

Dassonville J, Beillot J, Lessard Y, Jan J, André AM, Le Pourcelet C,Rochcongar P, Carré F. Blood lactate concentrations during exercise:effect of sampling site and exercise mode. J Sports Med Phys Fitness. 1998; 38: 39–46.

di Prampero P E , Fusi S , Sepulcri L , Morin J B , Belli A, Antonutto G . Sprint running: a new energetic approach . J Exp Biol 2005; 208:2809-2816.

Francis JT Jr., Quinn TJ, Amann M, LaRoche DP. Defining intensity domains from the end power of a 3-min-all-out cycling test. Med Sci Sports Exerc 2010 ; 42 : 1769 – 1775.

GAMA, M. et al. Reliability of the Three-minute All-out Test for Non-motorized Treadmill Tethered Running. **International Journal Of Sports Medicine**, [s.l.], v. 38, n. 08, p.613-619, 13 jul. 2016. Georg Thieme Verlag KG. http://dx.doi.org/10.1055/s-0035-1565238.

Gerisch G. A physical profi le of indoor soccer8. . Unisport. 1992;208(2):9-10.

Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sports and exercise science research: 2014 update. Int J Sports Med 2013; 34: 1025–1028.

HAUGEN, Thomas A. et al. The Role and Development of Sprinting Speed in Soccer. International Journal Of Sports Physiology And Performance, [s.l.], v. 9, n.3, p.432-441, maio 2014. Human Kinetics. http://dx.doi.org/10.1123/ijspp.2013-0121.

Lakomy HK. The use of a non-motorized treadmill for analyzing sprint performance. *Ergonomics,* 1987; 30:627-637.

Lim JM, Chia MY. Reliability of power output derived from the nonmotorized treadmill test. J Strength Cond Res 2007; 21: 993-996.

Lima MC, Ribeiro LF, Papoti M, Santiago PR, Cunha SA, Martins LE, Gobatto CA. A semi-tethered test for power assessment in running. *Int J Sports Med*, 2011; 32: 529-534.

Little T , Williams A G . Specifi city of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players . J Strength Cond Res 2005 ; 19 :76-78.

MATOS, Jose Arlen Beltrão de. Capacidade de aceleração de jogadores de futsal e futebol. Fitness & Performance Journal, [s.l.], v. 7, n. 4, p.224-228, 1 jul. 2008. Colegio Brasileiro de Atividade Fisica Saude e Esporte (COBRASE). http://dx.doi.org/10.3900/fpj.7.4.224.p. 2008.

McGawley K, Bishop D. Reliability of a 5 x 6-s maximal cycling repeated-sprint test in trained female teamsport athletes. *Eur J Appl Physiol*, 2006; 98: 383-393.

Morin JB, Edouard P, Samozino P. Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. Med Sci Sports Exerc 2011 ; 43 : 1680 – 1688.

Morin JB, Seve P. Sprint running performance: comparison between treadmill and field conditions. *EurJ Appl Physiol, 2011; 111: 1695-1703.*

Osgnach C , Poser S , Bernardini R , Rinaldo R , di Prampero PE. Energy cost and metabolic power in elite soccer: a new match analysis approach. Med Sci Sports Exerc 2010 ; 42 : 170 – 178.

Philippaerts RM, Vaeyens R, Janssens M, Van Renterghem B, Matthys D, 3. Craen R, et al. The relationship between peak height velocity and physical performance in youth soccer players. J Sports Sci. 2006; 24(3):221-30.

SOUSA, Filipe et al. Specific Measurement of Tethered Running Kinetics and its Relationship to Repeated Sprint Ability. **Journal Of Human Kinetics**, [s.l.], v. 49, n. 1, p.245-256, 1 dez. 2015. Walter de Gruyter GmbH. http://dx.doi.org/10.1515/hukin-2015-0127.

Sousa FAB, Vasque RE, Gobatto CA (2017) Anaerobic metabolism during short all-out efforts in tethered running: Comparison of energy expenditure and mechanical parameters between different sprint durations for testing. PLoS ONE 12(6): e0179378. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179378

STEVENS, Tom G.a. et al. Measuring Acceleration and Deceleration in Soccer-Specific Movements Using a Local Position Measurement (LPM) System. International Journal Of Sports Physiology And Performance, [s.l.], v. 9, n. 3, p.446-456, maio 2014. Human Kinetics. http://dx.doi.org/10.1123/ijspp.2013-0340.

Timão AS. Relação entre parâmetros dinâmicos de membros inferiores 9. e velocidade de locomoção em jogadores de futebol. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2002.

Tsuchie H, Kobayashi K, Kanehisa H, Kawakami Y, Iso S, Fukunaga T. Assessment of Sprinting Abilities Using a Resistant Self-driven Treadmill. International Journal of Sport and Health Science 2008; 6: 85–90.

Tubino MJG. Qualidades físicas10. . Rio de Janeiro: Fórum; 1973.

VARLEY, M.; AUGHEY, R.. Acceleration Profiles in Elite Australian Soccer. International Journal Of Sports Medicine, [s.l.], v. 34, n. 01, p.34-39, 15 ago. 2012. Georg Thieme Verlag KG. http://dx.doi.org/10.1055/s-0032-1316315.