

JAELSON GONÇALVES ORTIZ

**DESEMPENHO DE CORRIDA EM VELOCIDADES
SUPRAMÁXIMAS: PERSPECTIVAS APLICADAS AO
TREINAMENTO E JOGOS EM ATLETAS DE FUTEBOL DAS
CATEGORIAS SUB-20 E PROFISSIONAL**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.

Coorientador: Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas.

**FLORIANÓPOLIS (SC)
2019**

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

Ortiz, Jaelson Gonçalves
Desempenho de corrida em velocidades
supramáximas : perspectivas aplicadas ao
treinamento e jogos em atletas de futebol das
categorias sub-20 e profissional / Jaelson Gonçalves
Ortiz ; orientador, Luiz Guilherme Antonacci
Guglielmo, coorientador, Ricardo Dantas de Lucas,
2019.
136 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós
Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2019.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Educação Física. 3. Corrida
Intermitente Supramáxima. 4. Reserva de Velocidade
Anaeróbia. 5. Demandas de jogo no futebol. I.
Guglielmo, Luiz Guilherme Antonacci. II. de Lucas,
Ricardo Dantas. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.
IV. Título.

JAEISON GONÇALVES ORTIZ

**DESEMPENHO DE CORRIDA EM VELOCIDADES
SUPRAMÁXIMAS: PERSPECTIVAS APLICADAS AO
TREINAMENTO E JOGOS EM ATLETAS DE FUTEBOL DAS
CATEGORIAS SUB-20 E PROFISSIONAL**

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

Florianópolis, 15 de março de 2019.

Prof^ª. Dr^ª. Kelly Samara da Silva,
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação Física

Banca Examinadora:

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

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas – UFSC
Coorientador

Prof. Dr. Juliano Fernandes da Silva – UFSC

Prof. Dr. Irineu Loturco Filho – NARSP
Núcleo de Alto Rendimento Esportivo de São Paulo

Prof. Dr. Juliano Dal Pupo – UFSC

Este trabalho é dedicado a toda minha família por todo apoio e suporte incondicional.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por me dar o dom da vida e por sempre estar na frente em todas as minhas decisões tomadas ao longo desta trajetória. Agradecer imensamente a maravilhosa família que Ele me deu a qual me proporcionou a oportunidade de crescer, aprender e evoluir constantemente como ser humano.

Agradeço a minha esposa Dirleise Colle por todo amor, carinho e inspiração que é para mim como pesquisadora em sua área. Pela mulher incrível que és, por todo apoio, paciência e suporte despendido durante todos esses anos de estudo. Agradeço aos meus pais Paulo Afonso e Odite, minha irmã Janaina e meu irmão Odijan por sempre terem sido meus professores da vida, pois me ensinaram lições que sempre uso e usarei enquanto viver. Agradeço também a todos meus demais familiares, em especial ao meu tio e padrinho Nelson e minha tia Gislaíne e sua querida família que me acolheram em Florianópolis num momento fundamental da minha formação.

Agradeço imensamente ao meu primeiro orientador científico, o professor Dr. Renan Maximiliano Fernandes Sampedro, *im memoriam*, e ao Mestre Dida por serem inspiração e por incentivarem a busca pelo conhecimento constante desde a graduação na FAMES. Agradeço a todos meus amigos de UFSC, em especial ao Juliano Fernandes, Thiago Cascais e Leandro Teixeira que me apresentaram ao LAEF em minha chegada em 2011. Obrigado a todos os amigos de laboratório tanto do LAEF como do BIOMECC que proporcionaram muitos momentos de reflexão, aprendizado, bem como de parceria e descontração no dia a dia. Meu muito obrigado ao Avaí Futebol Clube, e todos amigos que o futebol me deu e que me apoiaram durante estes quatro anos de trabalho e estudo. Não poderia de deixar de agradecer a todos os atletas, colaboradores, estagiários, ICs, mestrandos e doutorandos que direta ou indiretamente ajudaram neste trabalho. Em especial agradeço ao Anderson, Pedro, Cetolin, PC que contribuíram com as parcerias nos artigos desta tese, a Myla, Naiandra, Elisa, Marília, Renan e Kristopher por compartilhar sua amizade e conhecimento.

Por fim, agradeço ao professor Luiz Guilherme por me acolher em seu laboratório, por conduzir sua equipe de forma brilhante, por sua orientação, paciência e amizade desses anos todos. Minha gratidão imensa também ao meu coorientador e amigo Ricardo Dantas que além de sua sabedoria, me proporcionou um suporte incondicional durante o processo de doutorado, mesmo quando o tempo era curto.

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez.
Jean Cocteau

RESUMO

A presente tese de doutorado contempla 3 estudos independentes que compartilham do mesmo objeto de estudo, porém com diferentes objetivos. Assim, os objetivos foram três: Estudo 1) Verificar a efetividade de um modelo supramáximo de treinamento prescrito a partir do PV T-CAR em jogadores de futebol sub-20; Estudo 2) Verificar as diferenças no perfil de jogadores de futebol dentro das posições de jogo (defesa, meio-campo e ataque) e entre as posições, baseado na reserva de velocidade anaeróbia (RVAn); 3) Verificar a influência da RVAn no desempenho físico de jogos em atletas de futebol profissional. No primeiro estudo, examinou-se os efeitos de 8 semanas de treinamento intervalado supramáximo realizado a partir do desempenho do teste T-CAR em atletas de futebol sub-20. Para tal, 23 atletas de futebol de nível nacional (G_EXP; n = 13 e G_CON; n = 10) foram avaliados em uma série de testes no período pré e pós treinamento: Testes incrementais em campo e laboratório, Teste de *sprint* de 30 m e Teste de *Wingate*. No estudo 2, 120 jogadores de futebol de elite (46 defensores, 45 médios e 29 atacantes) realizaram o teste T-CAR para estimar a máxima velocidade aeróbia (MVA) e o teste de 30 m para determinar a máxima velocidade de *sprint* (MVS). A diferença entre a MVS e a MVA foi usada para determinar a RVAn. Os jogadores foram divididos em grupos com maiores (M) e menores (m) magnitudes de acordo com as suas respectivas MVS e MVA, para formar grupos: MVS-M, MVS-m e MVA-M, MVA-m, respectivamente. No estudo 3, 36 jogadores profissionais de futebol realizaram testes de campo para determinar a MVA ($17,5 \pm 0,7$ km.h⁻¹) e a MVS que permitiram a determinação da RVAn em dois grupos de maior e menor magnitude (RVAn-M, RVAn-m, respectivamente). Os participantes foram monitorados usando unidades de sistema de posição global (GPS) de 10Hz em um total de 43 jogos para quantificar o padrão de deslocamento dos jogadores em competição. Referente aos resultados: no estudo 1, a partir da inferência baseada na magnitude, pode-se observar que a MVA (T-CAR) provavelmente aumentou no grupo CON ($\Delta = + 2,09\%$; *efeito do tamanho*: 0,40 [IC 90%: 0,14 a 0,66]) e quase certamente aumentou no grupo EXP ($\Delta = + 5,49\%$; *efeito do tamanho*: 1,07 [IC 90%: 0,80 a 1,35]). Após o período de treinamento, a velocidade do lactato mínimo e o VO₂max certamente (100/00/00%) aumentaram no grupo EXP, enquanto a velocidade de lactato mínimo provavelmente melhorou e o VO₂max permaneceu inalterado no grupo CON. Os resultados da análise entre grupos não apresentaram diferenças substanciais (efeitos pouco claros) para mudanças na velocidade de *sprint* entre os grupos

CON e EXP. No estudo 2, a comparação dentro da posição de jogo resultou em uma RVAn maior para os defensores, meiocampistas e atacantes com MVS-M (17,4, 23,4 e 17,4%, respectivamente) do que seus pares com MVS-m. Quando a RVAn foi comparada entre os grupos MVA-M e MVA-m, uma diferença significativa foi encontrada ($p < 0,05$). No estudo 3, as análises de GPS demonstraram que o grupo com RVAn-M foi capaz de percorrer 20,7% maior distância acima da MVA do que o grupo com RVAn-m. O número de *sprints* realizados pelo grupo de RVAn-M foi 10,4% maior que o grupo de RVAn-m. Além disso, uma alta correlação foi encontrada entre a MVS e a RVAn ($r = 0,87$, p -valor = 0,001). Por fim, concluiu-se que: Estudo 1) O teste T-CAR se mostrou como uma ferramenta útil para prescrição do treinamento intervalado supramáximo induzindo efeitos positivos para aptidão aeróbia (potência e capacidade) em um período de 8 semanas; Estudo 2) Em uma grande amostra de jogadores de futebol nenhuma diferença foi encontrada quando as posições de jogo foram comparadas, indicando características semelhantes do perfil de corrida. Contudo quando a amostra foi dividida em maior e menor MVS, diferenças significativas foram observadas em relação a RVAn em cada posição de jogo e entre posições. Ainda, a MVS é a principal medida que determina a magnitude da RVAn e pode ser considerada durante o desenvolvimento de um perfil de velocidade de corrida individual em jogadores de futebol; 3) Jogadores de futebol com maior magnitude da RVAn apresentam melhor desempenho em intensidades supramáximas em comparação aos jogadores de menor RVAn. Além disso, os jogadores de menor RVAn demonstraram um maior declínio de desempenho entre cada tempo de jogo.

Palavras-chave: aptidão aeróbia, capacidade anaeróbia, demandas de jogo.

ABSTRACT

The present thesis includes 3 independent studies that share the same object of study, but with different purposes. Thus, the aims of the present study were three: 1) to verify the effectiveness of a supramaximal exercise-training model prescribed from the T-CAR in male junior soccer players; 2) to verify the differences in the soccer players profile within-position (defence, midfield and forwards) and between positions, based on the anaerobic speed reserve (ASR); 3) to verify the influence of the running speed profile based on the ASR on match performances in highly competitive professional soccer players. The study was divided in 3 parts. In the first study was examined the physiological effects of an 8-weeks supramaximal intermittent interval training prescribed from the T-CAR performance in soccer players. Twenty-three male Brazilian national-level soccer players (Exp_G; n=13 and Con_G; n=10) were tested in a series of tests (Wingate and Treadmill incremental test to determine the lactate minimum velocity (LMV) and maximum oxygen consumption ($VO_2\text{max}$), T-CAR and 30 m sprint speed test pre and post training period. In study 2, 120 high-level national Brazilian soccer players (46 defenders, 45 midfielders and 29 forwarders), performed a field incremental tests to estimate maximal aerobic speed (MAS) and a 30-m sprint to determine maximal sprinting speed (MSS). The difference between MSS and MAS was used to determine ASR. Players were divided in higher and lower according to their magnitude of MSS and MAS, to form a higher and lower group (MSS-H, MSS-L, and MAS-H, MAS-L, respectively). In study 3, thirty-six professional male soccer players performed two field-based tests to determine the maximal aerobic speed (MAS) (17.5 ± 0.7 km.h⁻¹), the maximal sprinting speed (MSS) which allowed the determination of the higher ASR players (ASR-H) and lower ASR players (ASR-L) groups. The participants were monitored using 10Hz global position system (GPS) units in a total of 43 fixtures to measure soccer players performance during the matches. About the results: In study 1, Within-Groups Changes From pre to post-training period, PV T-CAR was likely increased in the CON group ($\Delta = + 2.09\%$; effect size: 0.40 [90%CI: 0.14 to 0.66]) and almost certainly increased in the EXP group ($\Delta = + 5.49\%$; effect size: 1.07 [90%CI: 0.80 to 1.35]). After the training period, LMS and $VO_2\text{max}$ were almost certainly (100/00/00%) increased in the EXP group, while LMS was likely improved and $VO_2\text{max}$ remained unchanged in the CON group. Results from between-group analysis there were no substantial differences (unclear effects) for the changes in 30 m and flying 20 m sprint speeds between both CON and EXP groups.

In study 2, the comparison within playing position resulted in a higher ASR for Defenders, Midfielders and Forwards with MSS-H (17.4, 23.4 and 17.4%, respectively) than their counterparts MSS-L. When the ASR was compared between MAS-H and MAS-L a significant difference ($p < 0.05$) was found. In study 3, The GPS analyses demonstrated that the ASR-H was capable to develop 20.7% more distance above of the intensity relative to the MAS than ASR-L. The number of sprints performed by ASR-H was 10.4% higher than the ASRL group. In addition, high correlation was found between MSS and ASR ($r=0.87$, p -value = 0.001). Thus, it was concluded that: 1) our results can be successfully used to individualize supramaximal running-based training prescribed using MAS from T-CAR as parameter to training intensity; 2) the MSS is the main measure that determines the magnitude of ASR and need to be considering during the development of an individual fitness profile; 3) The running speed profile from ASR showed that this measure could be a determinant factor to determine the soccer players match performance.

Keywords: aerobic fitness, anaerobic capacity, match demands.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	61
Figura 2.....	74
Figura 3.....	76
Figura 4.....	78
Figura 5.....	83
Figura 6.....	84
Figura 7.....	87
Figura 8.....	88
Figura 9.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Valores individuais da intensidade absoluta de corrida e suas respectivas distâncias percorridas por séries e séries, e distância total durante cada treinamento intervalado supra-máximo intermitente (115% MVA T-CAR) para o G_Exp.....	65
Tabela 2 Estatísticas descritivas (média \pm DP) e mudanças (com 90% IC) para as medidas de desempenho fisiológico e físico antes e depois do período de treinamento em ambos os grupos (G_Exp e G_Con).....	77
Tabela 3 Dados descritivos do desempenho em <i>sprints</i> e valores de MVS, MVA e RVAn entre posições.....	80
Tabela 4 Diferenças de posição dentro de jogo, diferenças entre posições considerando os jogadores mais rápidos vs mais lentos em MVS, MVA e RVAn e diferenças de posição entre partidas em MVS, MVA e RVAn..	81
Tabela 5 Comparações descritivas de jogos completos entre o grupo com RVAn Maior versus RVAn Menor e comparações entre 1º Tempo vs 2º Tempo para ambos os grupos.....	86

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

% MVA T-CAR	percentual da máxima velocidade aeróbia T-CAR
% MVA	percentual da máxima velocidade aeróbia
% MVS	percentual da máxima velocidade de <i>sprint</i>
%vVO ₂ max	percentual da velocidade relativa ao VO ₂ max
[La]	concentração de lactato
\sum <i>sprints</i>	somatório da distância realizada em <i>sprints</i>
Acel	Acelerações
<i>all-out</i>	<i>sprint</i> máximo
D > MVA	distância percorrida acima da MVA
D >MVA (%):	percentual da distância percorrida acima da MVA
D <i>sprints</i>	distância dos <i>sprints</i>
D>50%MVS (%)	percentual da distância percorrida acima de 50% da MVS
D>50%MVS	distância percorrida acima de 50% da MVS
Desacel	Desacelerações
DR	distância relativa
DT	distância total
ES	efeito do tamanho
FC	frequência cardíaca
FCmax	frequência cardíaca máxima
FCres	frequência cardíaca de reserva
GPS	<i>Global Positioning System</i>
Hz	frequência de amostragem em Hertz
IBM	inferências baseadas em magnitude
L2	segundo limiar de transição fisiológica
LM	lactato mínimo
MD	mudança de direção
MFEL	máxima fase estável de lactato
MMV	menor mudança de valor
MVA TCAR	máxima velocidade aeróbia do T-CAR
MVA	máxima velocidade aeróbia
MVS	máxima velocidade de <i>sprint</i>
OBLA	início do acúmulo de lactato no sangue
PSE	percepção subjetiva de esforço
PV T-CAR	pico de velocidade do T-CAR
PV	pico de velocidade
RPA _n	reserva de potência anaeróbia
RVAn	reserva de velocidade anaeróbia
Sub-15	jogadores abaixo de 15 anos de idade

Sub-17	jogadores abaixo de 17 anos de idade
Sub-20	jogadores abaixo de 20 anos de idade
T-CAR	teste de Carminatti
TI	treinamento intervalado
tlim	tempo de corrida até a exaustão
VC	velocidade crítica
VLM	velocidade mínima de lactato
VM	velocidade média de jogo
VO ₂	consumo de oxigênio
VO ₂ max	consumo máximo de oxigênio
VP	velocidade pico de jogo
vVO ₂ max	mínima velocidade na qual o VO ₂ max pode ser alcançado
Δ RSm	delta do tempo médio em <i>sprints</i> repetidos
Δ RVAn	delta da reserva de velocidade anaeróbica
TI	treinamento intervalado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	24
1.1	Situação Problema.....	24
1.2	Objetivo geral de cada estudo	27
1.3	Objetivos específicos	27
1.4	Justificativa	28
1.5	Hipóteses dos estudos	30
1.6	Variáveis: classificação e definição	31
1.6.1	Variáveis independentes.....	31
1.6.2	Variáveis dependentes.....	31
1.6.3	Variáveis de controle.....	32
1.6.4	Variáveis intervenientes	33
1.7	Delimitação dos estudos.....	33
1.8	Limitação dos estudos	33
2	REVISÃO DE LITERATURA	36
2.1	Índices fisiológicos e o desempenho de corrida no futebol... 36	
2.1.1	Parâmetros anaeróbios de corrida no futebol	36
2.1.2	Índicadores fisiológicos aeróbios e desempenho no futebol . 39	
2.1.3	Reserva de velocidade anaeróbia	42
2.2	Treinamento de corrida e parâmetros fisiológicos	46
2.2.1	Treinamento Intervalado	46
2.2.2	Corrida supramáxima com mudanças de direção.....	48
2.3	Análise de desempenho em jogos de futebol	49
2.3.1	Frequência de amostragem por GPS	52
2.3.2	Perfil locomotor de jogadores de futebol	52
2.3.3	Medidas de jogo associadas a queda de desempenho	54
3	MATERIAIS E MÉTODOS	60
3.1	Estudo 1 - Efeitos do treinamento intermitente supramáximo a partir do teste T-CAR em jogadores de futebol.....	60
3.1.1	Caracterização do estudo 1.....	60
3.1.2	Abordagem Experimental do Problema	60
3.1.3	Sujeitos do estudo 1	61
3.1.4	Intervenção do Treinamento	62
3.1.5	Desempenho físico e medidas fisiológicas – estudo 1	63
3.1.6	Análise estatística– estudo 1	66
3.2	Estudo 2 - A reserva de velocidade anaeróbica de jogadores de futebol de alto nível: uma comparação baseada no perfil de velocidade de corrida entre e dentro de posições de jogo	67
3.2.1	Caracterização do estudo 2.....	67

3.2.2	Sujeitos do estudo 2	67
3.2.3	Desempenho físico e medidas fisiológicas estudo 2	68
3.2.4	Análise estatística – estudo 2	69
3.3	Estudo 3 – O perfil de velocidade de corrida baseado na reserva de velocidade anaeróbica determina o desempenho de jogo em jogadores de futebol profissional.....	69
3.3.1	Caracterização do estudo 3	69
3.3.2	Sujeitos do estudo 3	70
3.3.3	Desempenho físico e medidas fisiológicas – estudo 3	70
3.3.4	Análise estatística – estudo 3	72
4	RESULTADOS	74
4.1	Estudo 1 - Efeitos do treinamento supramáximo	74
4.2	Estudo 2 - Comparação por posições a partir da RVAn	79
4.3	Estudo 3 - Desempenho de jogo baseado na RVAn	85
5	DISCUSSÃO	90
5.1	Estudo 1 - Efeitos do treinamento supramáximo	90
5.2	Estudo 2 - Comparação por posições a partir da RVAn	95
5.3	Estudo 3 - Comparação por posições a partir da RVAn	98
6	CONCLUSÕES	104
7	REFERENCIAS.....	108
	ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

1.1 Situação Problema

A elevada demanda que ocorre durante partidas de futebol requer atletas com perfil de velocidade de corrida e aptidão suficiente para suportar as exigências impostas pelas competições e, também, pelos adversários (BANGSBO et al., 2006; BOONE et al., 2012; HUNTER et al., 2015; SLIMANI; NIKOLAIDIS, 2019). Estudos recentes têm demonstrado que a demanda física do jogo de futebol em nível profissional tem se modificado de modo bastante acentuado na última década, especialmente em ações de alta intensidade (BARNES et al., 2014; BUSCH et al., 2015). Apesar da distância total praticamente não ter se modificado no período de 7 temporadas em equipes da primeira divisão inglesa, a distância percorrida em alta intensidade (entre 19,8 a 25 km.h⁻¹) aumentou em aproximadamente 25% e o número de *sprints* aumentaram em cerca de 46% (BARNES et al., 2014).

Essa elevação na intensidade do jogo indica a necessidade de uma maior atenção a preparação física de atletas deste esporte por meio de treinamentos específicos (ex. treinamento intervalado; jogos reduzidos) capazes de melhorar a tolerância dos jogadores a estímulos desta natureza (BARNES et al., 2014; BUCHHEIT; LAURSEN et al., 2013; DA SILVA et al., 2015).

Buchheit et al. (2012), demonstraram que em atletas de esportes coletivos, a tolerância ao treinamento de corrida de alta intensidade é dependente do nível de aptidão aeróbia (consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e velocidade correspondente ao VO₂max (vVO₂max). Recentemente, Fernandes-Da-Silva et al. (2016) demonstraram que a potência aeróbia interfere no desempenho durante partidas de futebol. Os autores observaram que atletas com maior potência aeróbia conseguem percorrer maior distância em alta intensidade em relação a jogadores com desempenho inferior.

Neste sentido, Da Silva et al. (2015), demonstraram a eficiência de um teste intermitente (T-CAR), para a prescrição de dois protocolos de treinamento intervalado, com e sem mudança de direção durante cinco semanas. Esse treinamento foi desenvolvido na intensidade de 100% da velocidade final (pico de velocidade (PV) deste teste e foi capaz de promover adaptações em parâmetros de potência aeróbia como a vVO₂max e o PV T-CAR em jogadores de futebol (DA SILVA et al., 2015). Considerando a associação entre as variáveis de potência aeróbia como o PV T-CAR (medida obtida em teste de campo) e a vVO₂max (medida obtida em teste laboratorial) demonstrada por Dittrich et al.

(2011), o PV T-CAR durante o texto desta tese será considerado com sinônimo de máxima velocidade aeróbia (MVA).

Apesar do T-CAR ter se mostrado uma ferramenta útil para a prescrição do treinamento intervalado na intensidade máxima (100% PV T-CAR), é necessário que protocolos de corridas supramáximas a partir deste teste, sejam investigados para se verificar as possíveis adaptações metabólicas e cardiovasculares provenientes de diferentes intervenções. Na literatura, outros estudos demonstraram a eficiência do treinamento supramáximo na melhoria de parâmetros aeróbios e anaeróbios que permitem maximizar a tolerância à fadiga em atletas de futebol (DUPONT et al., 2004; WONG et al., 2010; IAIA et al., 2015).

Além disso, as respostas fisiológicas referentes ao treinamento intervalado supramáximo que apresenta uma alta demanda do metabolismo anaeróbio, têm demonstrado também uma grande variabilidade interindividual na capacidade glicolítica em jogadores deste esporte (POLCZYK; ZATON., 2015).

Buchheit e Laursen, (2013), sugerem que atletas com a mesma potência aeróbia e distinta máxima velocidade de *sprint* (MVS), ao realizarem exercícios em uma intensidade supramáxima similar (ex. 120% MVA), podem tolerar essa intensidade de forma diferente. Possivelmente essa variabilidade pode ser explicada pela utilização de proporções distintas da reserva de velocidade anaeróbia (RVAn) (BUCHHEIT; LAUSEN, 2013). A RVAn se refere a diferença entre a MVS e a MVA a qual foi descrita inicialmente como uma medida capaz de explicar a variabilidade interindividual durante corridas até a exaustão (tlim) em intensidades supramáximas (BLONDEL et al., 2001; BUNDLE e WEYAND, 2003). Esses achados remetem a importância da RVAn como uma referência para a caracterização do perfil de velocidade de corrida em atletas de futebol (BUCHHEIT; LAUSEN, 2013).

Estudos têm demonstrado que a magnitude da RVAn pode influenciar nas respostas fisiológicas decorrentes do treinamento de *sprints* repetidos (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2008; DARDOURI et al., 2014; DELL ROSSO et al., 2017). Essas evidências indicam uma maior contribuição anaeróbia no desempenho em *sprints* repetidos para atletas com maior RVAn, justamente devido a uma superior capacidade desses atletas em produzir potência em relação aos de menor RVAn (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2008; DARDOURI et al., 2014; DELL ROSSO et al., 2017).

Neste contexto, a determinação do perfil de velocidade de corrida de atletas de futebol a partir da RVAn ainda precisam ser melhor explorados na literatura (BUCHHEIT; LAURSEN et al., 2013;

BOLLOUSA, 2014). Alguns estudos têm investigado essa medida em jovens jogadores de futebol, porém as respostas relativas ao desempenho de jogo entre atletas com diferentes magnitudes da RVAn por posição e entre posições necessita de maiores esclarecimentos científicos (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2008; BUCHHEIT; LAURSEN et al., 2013).

Ainda, durante jogos, atletas que apresentam perfil de velocidade com maior MVS, ou seja, jogadores mais velozes, tendem a apresentar um comportamento distinto em relação a jogadores mais lentos da mesma posição (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011; AL HADDAD et al., 2015). Al Haddad et al., (2015) demonstraram que jogadores mais lentos utilizam um maior percentual da sua MVS em comparação aos jogadores mais rápidos da mesma posição. Possivelmente devido a demanda metabólica do jogo de futebol, jogadores mais lentos tentam compensar a sua MVS reduzida utilizando um maior percentual desta variável (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011; AL HADDAD et al., 2015). Considerando que a MVS é um componente fundamental da RVAn, o monitoramento das demandas de jogo associadas a RVAn em jogadores rápidos e lentos devem ser melhor exploradas.

Apesar dos diversos estudos referentes às demandas de jogo serem amplamente descritos na literatura nas últimas décadas, apenas recentemente uma crescente atenção tem sido dada para a utilização da RVAn como parâmetro da individualização das demandas do futebol (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; HUNTER et al., 2015; FITZPATRICK et al., 2018). O método individualizado a partir de parâmetros fisiológicos como a MVA, MVS (%RVAn) permite maior individualização da quantificação do desempenho de jogo e pode auxiliar na determinação do perfil de atletas em competição (VIGNE et al., 2010; HUNTER et al., 2015; SCOTT e LOVELL, 2018).

Neste contexto, variáveis como as distâncias percorridas em percentuais supramáximos da MVA e o número de *sprints*, podem auxiliar no melhor entendimento da influência da magnitude da RVAn durante partidas de futebol (COUTTS; DUFFIELD, 2010; BUCHHEIT et al., 2012; RAMPININI et al., 2015; SCOTT; LOVELL, 2018). Além disso, as variações no desempenho decorrentes das exigências físicas impostas em competição entre cada tempo de jogo podem ser melhores compreendidas a partir do perfil de velocidade de corrida associado a magnitude da RVAn (HUNTER et al., 2015; SELMI et al., 2017; FITZPATRICK et al., 2018).

Deste modo, os objetivos da presente tese são: (1) determinar as respostas fisiológicas de oito semanas de treinamento de corrida em

velocidade supramáxima em jogadores de futebol; (2) determinar o perfil de velocidade de corrida de jogadores de futebol a partir da RVAn; (3) analisar a influência da magnitude da RVAn nas demandas de jogo durante partidas de futebol.

1.2 Objetivo geral de cada estudo

Verificar as adaptações fisiológicas de um protocolo de corrida supramáximo, o perfil de velocidade de corrida, por meio da RVAn, e a influência da magnitude da RVAn durante jogos em atletas de futebol de elite.

1.3 Objetivos específicos

Objetivos específicos do estudo 1

- Determinar e comparar o $VO_2\text{max}$, a $vVO_2\text{max}$ e a velocidade relativa ao lactato mínimo (VLM) a partir de um teste incremental realizado em esteira rolante pré e pós 8 semanas de treinamento intervalado supramáximo na intensidade de 115% da MVA T-CAR;

- Determinar e comparar a máxima velocidade de *sprint* (MVS) no teste de 20 m lançados e a máxima velocidade aeróbia (MVA) no T-CAR pré e pós 8 semanas de treinamento intervalado supramáximo na intensidade de 115% da MVA T-CAR;

- Determinar a reserva de velocidade anaeróbia (RVAn) a partir da diferença entre a MVS e o MVA T-CAR pré e pós 8 semanas de treinamento intervalado supramáximo na intensidade de 115% da MVA T-CAR;

- Determinar as respostas fisiológicas de carga interna (FC e concentração de lactato sanguíneo ([La])) obtidas nas sessões de treinamentos realizadas com o T-CAR na intensidade de 115% da MVA T-CAR;

Objetivos específicos do estudo 2

- Verificar as diferenças da RVAn dentro de cada posição de jogo (defensores, meio-campistas e atacantes) e entre posições em jogadores de futebol;

- Determinar a máxima velocidade de *sprint* (MVS) no teste de 20 m lançados e a máxima velocidade aeróbia (MVA) no T-CAR;

Objetivos específicos do estudo 3

- Determinar a máxima velocidade de *sprint* (MVS) a partir do teste de 20 m lançados e a máxima velocidade atingida em jogos de futebol;

- Determinar a máxima velocidade aeróbia (MVA) a partir do T-CAR;

- Determinar a distância percorrida em diferentes intensidades supramáximas durante jogos de futebol;

- Verificar a influência da magnitude da RVAn sobre as demandas de jogo durante partidas em jogadores de futebol;

- Verificar a influência da magnitude da RVAn sobre as demandas de jogo entre cada tempo de jogo durante partidas em jogadores de futebol.

1.4 Justificativa

A intensidade do jogo de futebol tem se modificado de modo significativo ao longo da última década (BARNES et al., 2014). Apesar da distância total percorrida não apresentar grandes oscilações, variáveis como a distância percorrida em alta intensidade, número de *sprints*, distância percorrida em *sprints* e as ações em geral de alta intensidade tiveram aumento por volta de 30% (BARNES et al., 2014). Este mesmo comportamento na intensidade de partidas de futebol pôde ser observado em todas as posições de jogo (BUSH et al., 2015). Deste modo, a utilização de modelos de treinamento capazes de causar adaptações que permitam uma maior tolerância a altas intensidades podem influenciar positivamente o desempenho de atletas em competição (DA SILVA et al., 2015; FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). Da Silva et al., (2015), demonstraram que o treinamento a partir do T-CAR realizado na intensidade máxima (100% do pico de velocidade) é eficaz para o aprimoramento da capacidade e potência aeróbia em atletas de futebol.

Contudo, este mesmo teste até o presente momento não foi utilizado em estudos científicos em intensidades supramáximas em jogadores de futebol.

Na literatura tem sido descrito que o treinamento supramáximo pode causar adaptações aeróbias e anaeróbias por meio de protocolos de treinamento distintos (ex. treinamento intervalado; *sprints* repetidos) (WONG et al., 2010; IAIA et al., 2015; POLCZYK; ZATON., 2015). Por outro lado, o teste T-CAR é um teste que permite a realização do treinamento individualizado de corrida intermitente na qual se pode aplicar em diversos atletas ao mesmo tempo de modo simples e com baixo custo (DITTRICH et al., 2011). Recentemente o pico de velocidade (PV) no T-CAR demonstrou relação com o desempenho de jogo (FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). Jogadores com maior PV realizaram significativamente maior distância total (10%), mais atividades em alta intensidade (42%), maior número de *sprints* (31%) e superior corrida em alta intensidade (25%) durante jogos amistosos em comparação com os jogadores classificados com menor desempenho no T-CAR (FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016). Estes estudos permitem a especulação que o treinamento supramáximo a partir do teste T-CAR pode vir a ser uma ferramenta útil para promover adaptações fisiológicas capazes de otimizar o desempenho em atletas de futebol.

Recentemente, Polczyk e Zaton. (2015) demonstraram uma elevada variabilidade interindividual na capacidade glicolítica de jogadores de futebol após a utilização de um protocolo de treinamento intervalado supramáximo. Essa variabilidade pode ser explicada pela utilização de uma proporção distinta da reserva de velocidade anaeróbia (RVAn) entre esses jogadores (BUCHHEIT; LAUSEN, 2013). A RVAn é uma variável relativamente nova no contexto da história da fisiologia do exercício e do esporte, mas que tem demonstrado potencial para explicar a variabilidade interindividual durante o exercício supramáximo em atletas (BLONDEL et al., 2001; BUNDLE et al., 2003).

A RVAn é determinada pela diferença entre a máxima velocidade de *sprint* (MVS) e a máxima velocidade aeróbia e pode ser utilizada como forma de caracterizar o perfil de velocidade de corrida de atletas de futebol. Com isso, a análise em conjunto das variáveis referentes as máximas velocidades de corrida relativa ao metabolismo aeróbio e anaeróbio em intensidades supramáximas pode permitir uma interpretação distinta em comparação as análises das respostas fisiológicas destas variáveis realizadas de forma isolada. Buchheit e Laursen et al., (2013), indicaram que atletas com similar potência aeróbia e diferente MVS, durante o exercício supramáximo (ex.120% vVO₂max)

utilizam uma diferente proporção da RVAn, causando uma provável distinta tolerância ao exercício. Apesar desta hipótese, Bollousa, (2014) ponderou que existe a necessidade de maiores evidências científicas que sejam suficientemente capazes de solidificar a utilidade da RVAn para o esporte.

Neste sentido, considerando a grande variabilidade interindividual durante o exercício supramáximo discutida nos estudos acima abordados, a pesquisa científica aplicada sobre a possível influência da magnitude da RVAn no desempenho de atletas durante partidas de futebol se faz relevante (BLONDEL et al., 2001; BUNDLE et al., 2003; POLCZYK; ZATON, 2015; BUCHHEIT; LAURSEN et al., 2013). Ainda, as possíveis diferenças em medidas como a distância percorrida na RVAn e o número de *sprints* em jogadores com maior e menor RVAn poderão explicar o quanto atletas com diferentes magnitudes podem desenvolver fisicamente em competição. O perfil de velocidade de corrida baseado na RVAn pode permitir uma interpretação mais consistente sobre o decréscimo de desempenho entre cada tempo de jogo o qual é capaz de interferir no desempenho geral de uma equipe.

Considerando os argumentos acima abordados, esta tese irá investigar diversos fatores, os quais incluem 1) a aplicabilidade do teste T-CAR como ferramenta para a prescrição do treinamento intervalado supramáximo em jogadores de futebol; 2) as adaptações fisiológicas a partir deste treinamento; 3) caracterizar o perfil de velocidade de jogadores de futebol baseado na RVAn; e 4) demonstrar possíveis influências da magnitude da RVAn em partidas de futebol. Além disso, a aplicação prática desta tese pode contribuir para que técnicos possam melhor conhecer o potencial dos seus atletas e prescrevam treinamentos individualizados de acordo com a RVAn de cada indivíduo. Ainda, o presente estudo pode possibilitar que cientistas do esporte continuem investigando esta variável em condições de tomar o mesmo caminho deste, ou explorar a influência desta variável sobre outros fatores ainda não investigados.

1.5 Hipóteses dos Estudos

Hipóteses do Estudo 1

H1: O treinamento de 8 semanas supramáximo a 115% da MVA obtida a partir do teste T-CAR induzirá adaptações positivas nos parâmetros funcionais aeróbios e anaeróbios em atletas de futebol.

Hipóteses do Estudo 2

H1: A estratificação dos dados a partir da MVS e da MVA permitirá a criação de um perfil de referência de atletas de futebol baseados na RVAn dentro de cada posição de jogo e entre as posições de jogo, jogadores de elite de futebol.

Hipóteses do Estudo 3

H1: Os jogadores com maior magnitude da RVAn, e similar MVA apresentarão desempenho de alta intensidade superior aos jogadores com inferior RVAn, em partidas oficiais de futebol.

1.6 Variáveis: classificação e definição

1.6.1 Variáveis independentes

Protocolo de determinação da máxima velocidade aeróbia (MVA) a partir no T-CAR. Operacional: Corrida progressiva intermitente com mudanças de direção de 180° realizadas em 5 repetições por estágio de corridas de 12 segundos no sistema de ida e volta (6 s + 6 s) até a exaustão voluntária (DITRICH et al., 2011).

Protocolo de treinamento intervalado supramáximo. Operacional: Séries de 2 minutos de corrida intermitente com estímulos de 12 segundos na intensidade de 115% da MVA TCAR por 12 segundos de recuperação e intervalo entre séries de 2 minutos (DUPONT et al., 2002).

1.6.2 Variáveis dependentes

- Consumo máximo de oxigênio (VO₂max). Conceitual: é a maior taxa na qual o oxigênio pode ser absorvido e utilizado pelo corpo durante exercícios severos ao nível do mar. É expresso em L.min⁻¹ ou ml.kg⁻¹.min⁻¹ (BASSET; HOWLET, 2000).

Operacional: mensurado por meio de um analisador de gás que adquire os dados respiração a respiração (Quark PFTergo, Cosmed, Rome, Italy).

- Velocidade correspondente ao VO₂max (vVO₂max). Conceitual: representa a menor velocidade de corrida na qual o VO₂max é alcançado durante um teste incremental de laboratório (BILLAT et al., 1996).

Operacional: menor velocidade de corrida expressa em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, onde o VO_2max é atingido e que ocorrerá durante um teste incremental máximo em esteira rolante.

- Pico de velocidade (PV). Conceitual: máxima velocidade alcançada no teste incremental em esteira rolante ou em teste de campo. (NOAKES, 1988).

Operacional: O PV expresso em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, será considerado como a maior velocidade obtida no teste intermitente de campo T-CAR (PV T-CAR) (DITRICH et al., 2011).

- Máxima velocidade aeróbia - MVA. Conceitual: representa a menor velocidade de corrida na qual o VO_2max é alcançado durante um teste incremental de laboratório ou campo (BILLAT et al., 1996).

Operacional: MVA - expresso em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, será considerado como a maior velocidade obtida no teste intermitente de campo T-CAR (MVA T-CAR) (DITRICH et al., 2011).

- Distância total (DT). Conceitual: A DT representa a distância total percorrida em qualquer velocidade por um atleta de futebol, expressa em metros.

Operacional: A DT (m) foi calculada a partir da utilização de uma unidade de *global position system* (GPS) em cada atleta a partir da frequência de amostragem de uma informação por segundo (Hz) (HUNTER et al., 2015).

1.6.3 Variáveis de controle

Aquecimento prévio ao treinamento; Nível de aptidão física dos atletas; Condições climáticas similares durante os testes; Padronização do horário dos testes; Carga de treinamento; Posição de jogo; Controle do ambiente antes e durante as coletas laboratoriais, tempo entre as avaliações.

1.6.4 Variáveis intervenientes

Nível motivacional, estado nutricional dos jogadores, qualidade e quantidade de sono dos jogadores; Aspectos genéticos, nível competitivo e técnico do adversário.

1.7 Delimitação dos estudos

O estudo 1 desta tese investigou os efeitos de um treinamento intervalado intermitente supramáximo na intensidade de 115% da MVA T-CAR (6x 2min (corridas de 12s e recuperação de 12s), em adição ao treinamento técnico regular de um clube de futebol. O estudo 2 desta tese possibilitou a investigação do perfil de corrida baseado na RVAn e da comparação das diferenças dentro de cada posição de jogo e entre as posições em atletas de futebol. Finalmente o estudo 3 foi desenvolvido a fim de verificar o desempenho de jogo por meio do perfil de velocidade de corrida baseado na RVAn em jogadores de futebol.

1.8 Limitação dos estudos

Em relação ao estudo 1 o número de atletas poderia ter maior robustez, o que permitiria ampliar o foco deste estudo com superior exploração da RVAn que representa umas das principais variáveis desta tese. Ainda, poderia possibilitar comparações entre atletas de maior e menor RVAn ou mesmo comparações entre posições de jogo. A ausência de um terceiro grupo com um protocolo de intensidades supramáximas, superior ao utilizado neste estudo (ex.: *sprints* repetidos), permitiria relevantes informações sobre as adaptações fisiológicas de ambos os protocolos em relação à RVAn. Ausência de parâmetros neuromusculares por meio de uma análise transversal possibilitaria uma caracterização mais robusta do protocolo devido aos efeitos da elevada intensidade e das mudanças de direção (180°) presentes neste estudo. A ausência de familiarização dos atletas ao teste de *Wingate* poderia permitir melhor aproveitamento dos dados provenientes deste teste no presente estudo.

Referente ao estudo 2, a principal limitação está no protocolo de determinação da máxima velocidade de *sprint* (MVS) realizada a partir do teste de 30 metros. A ausência de mais pares de fotocélulas para obtenção de tempos parciais de 10 m em 10 m no teste de 40 m, possivelmente permitiria maior precisão dos dados obtidos. Contudo, a dificuldade de mudar o protocolo estabelecido durante anos pelos clubes

que sempre utilizaram o teste de 30 m seria um fator limitante de grande importância.

Quanto ao estudo 3, a principal limitação se refere a possibilidade de realizar comparações dentro das posições de jogo o que remete ao número de atletas obtidos na amostra.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Com o objetivo de estabelecer fundamentação teórica pertinente as temáticas relacionadas a esta tese e de proporcionar suporte científico a discussão dos resultados, foram selecionados tópicos que compõe o referencial teórico dos “eixos” principais deste documento. Inicialmente estão descritos aspectos relacionados aos índices fisiológicos associados ao desempenho de corrida em atletas de futebol. Em seguida, será demonstrada aspectos relativos ao treinamento de corrida intervalada e com mudanças de direção. Por fim, serão abordados aspectos relacionados a análise de desempenho em jogos de futebol.

2.1 Índices fisiológicos e o desempenho de corrida no futebol

2.1.1 Parâmetros anaeróbios de corrida no futebol

A máxima velocidade de *sprint* (MVS) é um parâmetro que pode representar a máxima capacidade de um atleta de futebol correr no menor tempo possível uma distância determinada e permite auxiliar na determinação do perfil de velocidade de corrida individual e coletivo de uma equipe (FAUDE et al., 2012; HAUGEN et al., 2014; DJAOUI et al., 2017; HOSTRUP et al., 2019). Essa medida pode ser encontrada durante uma corrida máxima realizada em testes de campo ou por meio da máxima velocidade de corrida alcançada em uma série de jogos a partir de tecnologias de análise de movimento que permitam a caracterização do perfil de velocidade do atleta (INGEBRIGTSEN et al., 2015; MASSARD et al., 2018; HOSTRUP et al., 2019). Para o futebol, o número de protocolos de testes utilizados na determinação da MVS tem sido abrangente devido à ausência de uma padronização na distância dos testes que variam entre 5 e 40 metros (m) e na tecnologia empregada para coleta desses dados (BUCHHEIT et al., 2012; HAUGEN et al., 2014; CARLOS-VIVAS et al., 2018).

Um dos fatores que pode justificar a aplicação de testes de *sprints* nas distâncias acima mencionadas, se deve aos cerca de 90% de *sprints* realizados durante uma partida que apresentam uma distância média de 20 m e duração entre 2 a 4 segundos (s) (VIGNE et al., 2010; HAUGEN et al., 2014; ANDRZEJEWSKI et al., 2015). Técnicos e cientistas do esporte ao utilizar uma distância específica para um teste de *sprint* como por exemplo, 40 m, geralmente são capazes de captar as velocidades a cada 10 metros dessa distância (BUCHHEIT et al., 2012; HAUGEN et al., 2014). Essa fragmentação em distâncias parciais permite a identificação da maior velocidade atingida em cada parcial, possibilitando

assim maior precisão das informações dos dados em comparação a velocidade média da distância total do teste de 40 m (VIGNE et al., 2010; DJAOUI et al., 2017; MASSARD et al., 2018).

Diversos instrumentos podem ser utilizados para a determinação da MVS, desde fotocélulas, sensores a laser, análise de vídeo, análise de vídeo via aplicativo de celular e GPS (HAUGEN; BUCHHEIT, 2015; HAUGEN; BUCHHEIT, 2015; ROMERO-FRANCO et al., 2016). As fotocélulas e os sensores a laser geralmente são utilizados para demonstrarem a velocidade máxima percorrida em parciais de 10 m, como no teste 40 m e também nos últimos 20 m no teste de 30 m (BUCHHEIT et al., 2012; CARLOS-VIVAS et al., 2018). Apesar do uso de fotocélulas serem consideradas como instrumento “padrão ouro” para testes de *sprints*, a análise de vídeo e o uso de GPS são instrumentos que a partir de uma elevada frequência de amostragem igual ou superior a 10 informações por segundo (10 Hz), podem também de forma precisa determinar a MVS (HAUGEN; BUCHHEIT, 2015; MASSARD et al., 2018; DJAOUI et al., 2017). A maior limitação que está relacionada a determinação da MVS por meio de GPS em jogos se refere a padronização do método de coleta de dados do jogador que exige a obtenção de uma série de registros de partidas completas para que se tenha a identificação do perfil individual da máxima velocidade atingida pelo atleta (MASSARD et al., 2018; DJAOUI et al., 2017).

Massard et al. (2018), demonstraram que a velocidade máxima absoluta encontrada por meio de GPS 10 Hz durante jogos de futebol ($31.4 \pm 1.5 \text{ km.h}^{-1}$) foi superior as encontradas em um teste de *sprint* de 40 m com parciais de 10 m ($30.8 \pm 1.6 \text{ km.h}^{-1}$). Os autores consideram que a utilização do método por GPS a partir de repetidas informações captadas em uma série de partidas de futebol pode favorecer a obtenção do perfil do *sprint* individual de atletas, o que evitaria a necessidade da realização de testes de *sprints* (MASSARD et al. 2018). Dentro de um contexto prático e devido as dificuldades impostas pelo calendário de equipes de futebol, é possível que a captação da MVS obtidas por meio de GPS seja adequada ao se considerar a temporada competitiva na qual o tempo restrito para aplicação de testes podem estar comprometidos.

Djaoui et al. (2017), compararam a MVS atingida em um teste de 40 m usando GPS 15 Hz com a MVS obtida em treinos e durante uma sequência de seis jogos entre jogadores da 1ª divisão e jogadores de elite da 4ª divisão francesa. Uma moderada correlação foi observada entre a MVS obtida no teste e a MVS obtida em jogos ($r=0.52$, $p<0.05$). Nenhuma diferença foi encontrada entre a MVS observada no teste de 40 m entre os jogadores de diferentes níveis. Enquanto que a posição de jogo

favoreceu os atacantes a obterem uma MVS de jogo, superiores aos volantes. Quando todos jogadores foram agrupados, a média da MVS atingida em jogo foi na média 92,45 (± 7.49) % da MVS do teste.

Estudos tem demonstrado que atletas de futebol podem apresentar perfis de MVS e desempenho em *sprints* distintos durante jogos e em alguns casos a posição de jogo pode ser um fator determinante no desempenho dessa variável. Schimpchen et al., (2015) demonstraram que atletas da seleção de futebol principal da Alemanha atingiram velocidade máxima média de $33,7 \pm 1,6$ km.h⁻¹ durante partidas. Neste estudo, a velocidade encontrada em cada posição foi de $34,3 \pm 1,0$ km.h⁻¹ (n=6), $34,2 \pm 1,3$ km.h⁻¹ (n=6), $32,2 \pm 1,3$ km.h⁻¹ (n=9), $34,6 \pm 1,3$ km.h⁻¹ (n=5), $36,4$ km.h⁻¹ (n=1) e $33,9 \pm 0,6$ km.h⁻¹ (n=2), para zagueiros, laterais, volantes, meias ofensivos, atacante e centroavantes. Neste estudo, para as seis posições observadas, quatro apresentaram médias muito similares, no entanto a posição de volante demonstrou os atletas mais lentos, enquanto a posição de atacante apresentou o maior valor de velocidade. Contudo, o número da amostra de apenas um sujeito para a posição de atacante compromete a comparação entre posições (SCHIMPCHEN et al., 2015).

Considerando que a MVS é dependente de predisposições genéticas e que esta variável é bastante resistente ao aprimoramento do treinamento, a detecção do perfil de velocidade de corrida de uma equipe baseado neste parâmetro é importante pois pode refletir o comportamento distinto que atletas rápidos e lentos podem desenvolver em relação a *sprints* durante uma partida (EYNON et al., 2013; HAUGEN; BUCHHEIT, 2015; MASSARD et al., 2018; DJAOUI et al., 2017). Estudos demonstram que o desempenho de *sprint* é adversamente sensível a outras formas de treinamento, podendo inclusive haver declínio no desempenho após treinamento de resistência ou pliometria (ROSS; LEVERITT, 2001; NAKAMURA et al., 2012). Recentemente, Barbalho et al., (2018) demonstraram que 15 semanas de treinamento resistido foram capazes de melhorar a força e a potência de jovens jogadores de futebol, no entanto não houve melhorias no desempenho de velocidade.

Por outro lado, Loturco et al. (2016) testaram os efeitos de dois modelos de treinamentos de potência realizados com a carga ótima. O grupo que realizou treinamento de agachamento com salto obteve maiores ganhos de velocidade nas distâncias de 5, 10, 20 e 30 m e também na velocidade de corrida com mudança de direção (MD) em comparação ao grupo que realizou treinamento com levantamento olímpico. Nesta mesma direção, Gil et al., (2018), demonstraram que tanto o treinamento tradicional de *sprint* (STG) como o treinamento de *sprint* resistido (SRG) foram capazes de induzir melhoras similares no desempenho de *sprint* em

diversas distâncias (5 m: STG = 8%, SRG = 7%; 10 m: STG = 5%, SRG = 5%; 15 m: STG = 4%, SRG = 4%; 20 m: STG = 3%, SRG = 3%; 25 m: STG = 2%, SRG = 3%). De forma semelhante Rey et al., (2017), demonstraram que ambos métodos de treinamentos, tradicional de *sprint* (STG) e de *sprint* resistido (SRG) após 6 semanas parecem ser eficazes para melhorar as medidas de desempenho de 10 e 30 m, e podem ser benéficos para jogadores e técnicos de futebol.

2.1.2 Indicadores fisiológicos aeróbios e desempenho no futebol

O futebol é um esporte intermitente de elevada demanda fisiológica, na qual o metabolismo aeróbio durante uma partida é capaz de atingir cerca de 90% de predominância metabólica (BANGSBO et al., 1991; IAIA et al., 2009). Diversos são os indicadores fisiológicos que representam o metabolismo aeróbio de um atleta, no entanto o consumo máximo de oxigênio (VO_2max) é considerado a principal medida representativa da aptidão aeróbia de um indivíduo durante o exercício físico realizado ao nível do mar (BASSET; HOWLEY, 2000). O VO_2max de atletas deste esporte é de aproximadamente $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, dos quais cerca de 70% do VO_2max pode ser atingido em competição (BANGSBO et al., 2007; MANZI et al., 2013; STOLEN et al., 2005; CASAJÚS, 2001). Apesar da importância deste índice de potência aeróbia, estudos tem demonstrado que o VO_2max apresenta limitações importantes, pois não é uma variável claramente diferenciadora que separa jogadores de diferentes padrões (CASAJÚS, 2001; TØNNESEN et al., 2013).

Tønnessen et al. (2013) examinaram a evolução do VO_2max entre jogadores profissionais durante um período de 23 anos (1989-2012). Os autores não encontraram diferenças no VO_2max entre atletas da seleção nacional da Noruega, 1ª divisão, 2ª divisão e em jogadores menores de 20 anos de idade (Sub-20). Contudo, foram observadas diferenças entre posições. Os meio-campistas apresentaram o maior VO_2max em comparação aos defensores, atacantes e goleiros ($P < 0.05$). Ainda, os jogadores Sub-20 apresentaram um VO_2max 3% maior em comparação aos atletas entre 23 e 26 anos de idade ($P = 0,016$). Este estudo, observou que atletas de futebol possuem 1,6% ($P = 0.046$) menor VO_2max durante o período fora de temporada em comparação a pré-temporada e cerca de 2,1% ($P = 0,021$) menor em comparação a temporada (TØNNESEN et al., 2013).

Em concordância com o estudo anterior, Casajús et al., (2001) avaliaram jogadores profissionais de uma equipe de futebol da primeira divisão da Espanha e não observaram variações significativas nos valores

de VO_2max ($65,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para $66,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) em dois momentos distintos de uma temporada competitiva. Recentemente, Meckel et al., (2018) monitoraram o comportamento do VO_2max em três momentos distintos, durante a pré-temporada ($52,7 \pm 6,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), no início da temporada ($56,4 \pm 6,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e no meio da temporada competitiva ($57,4 \pm 5,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e observaram mudanças neste parâmetro apenas entre os dois primeiros momentos.

Apesar do VO_2max ser considerado um índice fisiológico que pouco discrimina jogadores de nível médio e atletas de futebol de elite (DI SALVO et al., 2009; JEMNI et al., 2018). Estudos demonstraram que este índice pode ser sensível a adaptações, principalmente no período de pré-temporada (HELGERUD et al. 2001; MCMILLAN et al., 2005). Helgerud et al. (2001), demonstraram que 8 semanas de um protocolo de treinamento intervalado aeróbio de 4 séries de 4 minutos na intensidade de 90-95% da frequência cardíaca máxima (FCmax) provocou um aumento significativo neste índice de $58,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para $64,3 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ durante o período de início de temporada em atletas de futebol Sub-20.

De modo semelhante, porém em atletas de futebol Sub-17 durante 10 semanas (6 semanas de pré-temporada e as 4 primeiras semanas do período competitivo), a partir da utilização de um protocolo de treinamento adicional as sessões técnicas em duas vezes por semana, McMillan et al., (2005), demonstraram aumento significativo no VO_2max ($63,4 \pm 5,6$ para $69,8 \pm 6,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$). Os atletas deste estudo realizaram 4 séries de 4 minutos de treinamento intervalado realizados na intensidade entre 90–95% da FCmax , separados por períodos de recuperação de 3 minutos a 70% da FCmax (MCMILLAN et al., 2005).

Em contrapartida, Da Silva et al., (2015), compararam os efeitos do treinamento de corrida intervalado com e sem mudança de direção em jogadores de futebol Sub-20 durante o período de pré-temporada em um protocolo que consistiu em 4 séries de 4 minutos de corrida na velocidade correspondente a potência aeróbia máxima e intervalo de 3 minutos entre séries. Após 5 semanas de treinamento, os autores não observaram adaptações significativas no VO_2max ($59,1 \pm 2,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para $60,0 \pm 3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e $53,7 \pm 5,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para $55,8 \pm 2,8 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o grupo sem mudança de direção e para o grupo com mudança de direção, respectivamente) (DA SILVA et al., 2015). Considerando os estudos anteriores que obtiveram aumento no VO_2max após um período de treinamento mínimo de 8 semanas, possivelmente o tempo reduzido de 5 semanas de intervenção realizado neste estudo pode explicar a ausência de adaptações no VO_2max em comparação aos estudos anteriores.

A velocidade correspondente ao $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$) que representa a menor velocidade na qual o $VO_2\text{max}$ é atingido, é um índice fisiológico que também pode ser denominado como máxima velocidade aeróbia (MVA) podendo ser determinado de forma direta em ambiente laboratorial ou indiretamente por meio de testes progressivos de campo (BILLAT et al., 1999; DITTRICH et al., 2011). Este índice tem sido um parâmetro fisiológico muito utilizado como referência para determinação de intensidades consideradas submáximas (ex.: $< 95\%$ da $vVO_2\text{max}$), máximas (ex.: $> 95\%$ - $< 105\%$ da $vVO_2\text{max}$) e supramáximas (ex.: $> 105\%$ da $vVO_2\text{max}$) (BILLAT et al., 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Devido à complexidade e ao elevado custo de testes laboratoriais para a determinação da potência aeróbia em atletas de futebol, a praticidade de testes de campo tem sido utilizada por uma série de fatores, especialmente por apresentar maior especificidade em relação aos testes em esteira rolante (DITTRICH et al., 2011; JEMNI et al., 2018).

Muitos testes aeróbios de campo realizados em atletas de futebol apresentam características semelhantes como corridas com aumento de velocidade em estágios progressivos e mudanças de direção (LÉGER; BOUCHER, 1980; DITTRICH et al., 2011; JEMNI et al., 2018). Dittrich et al., (2011), realizaram a validação de um teste aeróbio intermitente com mudanças de direção denominado como teste de Carminatti (T-CAR) e verificaram que o pico de velocidade (PV) encontrado no T-CAR não apresentou diferenças significativas com a $vVO_2\text{max}$. Além disso, o PV T-CAR foi significativamente correlacionado ($p < 0,01$) com a $vVO_2\text{max}$ ($r = 0,55$) e o $VO_2\text{max}$ ($r = 0,51$). Neste estudo realizado em atletas de futsal e futebol profissional as velocidades encontradas referentes ao PV T-CAR e a $vVO_2\text{max}$ foram $16,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $16,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (DITTRICH et al., 2011). Por serem índices fisiológicos de potência aeróbia obtidos em ambientes distintos, mas que se assemelham em relação a velocidade, o PV TCAR assim como a $vVO_2\text{max}$ será considerada como sinônimo de MVA nesta tese de doutorado.

Além dos parâmetros relacionados a potência aeróbia citados acima, inúmeros índices fisiológicos submáximos têm sido utilizados com o objetivo de estimar a máxima fase estável de lactato (MFEL) que também pode ser denominada como segundo limiar de transição fisiológica (L2) que representa a maior concentração de lactato sanguíneo ([La]) e intensidade que pode ser mantida ao longo do tempo sem um acúmulo contínuo de lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2013; LOURES et al., 2015). Denadai et al., (2005) analisaram a validade da velocidade correspondente ao início do acúmulo de lactato no sangue (OBLA) ($13,6 \pm 1,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e da velocidade crítica (VC) ($14,4 \pm 1,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) para

determinar a MFEL ($13,1 \pm 1,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) em jogadores de futebol. Neste estudo os valores da VC foram significativamente mais elevados em comparação a MFEL, apesar disso, correlação significativa entre a MFEL e o OBLA ($r = 0,80$), MFEL e VC ($r = 0,90$) e OBLA e VC ($r = 0,80$) também foram observadas. Os autores concluíram que o OBLA pode ser utilizado em jogadores de futebol para estimar o MFEL, enquanto a VC não representa a MFEL (DENADAI et al., 2005).

Outro índice capaz de estimar a MFEL é o lactato mínimo (LM) que foi proposto para identificar a intensidade máxima individual na qual o equilíbrio entre a taxa de produção e remoção de lactato sanguíneo podem ser observadas (TEGTBUR et al., 1993; DANTAS DE LUCAS et al., 2003). Silva et al. (2007), verificaram as alterações relativas ao LM durante 8 semanas no período de pré-temporada de uma equipe profissional de futebol. Assim como a velocidade relativa ao lactato mínimo que aumentou de $14,94 \pm 0,21 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para $15,44 \pm 0,42 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, as concentrações de lactato também aumentaram de modo significativo de $5,11 \pm 2,31 \text{ mM}$ para $6,93 \pm 1,33 \text{ mM}$.

Miranda et al. (2013) monitoraram 10 semanas de treinamento de uma equipe de futebol Sub-17 e observaram adaptações significativas na velocidade relativa ao LM de $9,93 \pm 0,51 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para $11,21 \pm 0,60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Em relação as concentrações de lactato para estas velocidades, não foram observadas alterações significativas antes e após o treinamento ($4,72 \pm 0,94 \text{ mM}$ para $4,79 \pm 0,76 \text{ mM}$, respectivamente) (MIRANDA et al., 2013). Por outro lado, Campos et al., (2016) acompanharam 8 semanas de treinamento de futebol em atletas profissionais e não encontraram diferenças significativas na velocidade relativa antes e após o período de treinamento ($10,9 \pm 0,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para $11,8 \pm 0,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente).

2.1.3 Reserva de velocidade anaeróbia

O ser humano pode atingir velocidades máximas em segundos que são duas a três vezes maiores em comparação as velocidades que conseguem manter por várias horas (BUNDLE et al., 2003). Durante intensidades máximas e supramáximas com elevada demanda anaeróbia as taxas de pico de liberação de energia desse metabolismo diminuem rapidamente à medida que a duração do exercício aumenta, enquanto que a energia proveniente do metabolismo aeróbio se torna ainda mais predominante com o passar do tempo (WEYAND et al., 2005; BASSET; HOWLEY, 2001). Considerando as respostas fisiológicas durante o exercício máximo e supramáximo, uma grande variabilidade

interindividual no tempo de corrida até a exaustão (tlim), especialmente em intensidades supramáximas tem sido reportada na literatura (CAMUS et al., 1988; BLONDEL et al., 2001).

Para tentar explicar essa variabilidade interindividual Blondel et al., (2001), verificaram se o tlim para velocidades entre a MVS e a $v\text{VO}_2\text{max}$ (100%, 120% e 140% da $v\text{VO}_2\text{max}$), poderia ser melhor relacionado com velocidades expressas como porcentagem dessa diferença, denominada como reserva de velocidade anaeróbia (RVAn). Neste estudo foram encontradas elevadas correlações entre o tlim 120% $v\text{VO}_2\text{max}$, tlim 140% $v\text{VO}_2\text{max}$ e a velocidade relativa ao % RVAn ($r = -0,83$, $p < 0,01$ e $r = -0,94$, $p < 0,001$, respectivamente). Blondel et al. (2001), mostraram que para a mesma intensidade relativa, a contribuição aeróbia não representou a mesma intensidade absoluta para todos, o que poderia explicar em parte a variabilidade no tlim. Tais resultados permitem que as diferenças individuais na capacidade anaeróbia de trabalho em corridas supramáximas, sejam consideradas e os tempos limites de corrida sejam preditos com melhor precisão (BLONDEL et al., 2001).

Utilizando o conceito da RVAn, Bundle et al. (2003), demonstraram que esforços de corrida *all-out* com durações de alguns segundos a vários minutos poderiam ser preditos com precisão a partir do uso desta variável em conjunto com uma constante exponencial que possibilitou prever velocidades de corridas *all-out*. Os autores reportaram que os decréscimos exponenciais na velocidade de corrida *all-out* em relação à duração seriam os mesmos para corredores especialistas em corridas de características metabólicas severamente distintas (ex.: 400-800 m e 5000 m) em relação às suas RVAn (BUNDLE et al., 2003). Nesta mesma perspectiva, Weyand e Bundle. (2005), demonstraram que os desempenhos de corrida de alta velocidade em diferentes especialistas de corridas de velocidade, meia distância e de longa distância poderiam também ser previstos com precisão ($R^2=0,97$; $n=254$) a partir da RVAn e uma mesma constante exponencial de tempo.

Recentemente, Sandford et al. (2018) avaliaram corredores de elite especialistas em provas de 800 e 1500 metros e consideraram que a RVAn pode ser um diferencial importante para o desempenho em provas de 800 metros. Neste estudo, foi identificado que a MVS está relacionada fortemente com o desempenho de 800m. Além disso, a partir da RVAn, os autores utilizaram o melhor tempo individual na prova de 800 metros e a melhor relação de reserva de velocidade ($MVS/MVA = RRV$) para definir três subgrupos de corredores de 800m, com valores da RRV como segue: 400-800m $\geq 1,58$, 800m $\leq 1,57$ a $\geq 1,47$, e 800-1500m como $\leq 1,47$

$a \geq 1,36$. Assim, a RRV representaria potencialmente uma ferramenta útil e prática para identificar o perfil de um atleta de 800m (SANDFORD et al., 2018).

A caracterização de um perfil de atleta a partir da RVAn pode permitir entender as possíveis respostas de atletas a determinados estímulos propostos em treinamento ou mesmo para um “comportamento” / estratégia durante uma competição (SANDFORD et al., 2018). Buchheit; Laursen, (2013), consideraram que para atletas com similar potência aeróbia e diferente MVS, durante um treinamento intervalado de mesma intensidade supramáxima (ex.: 140% $v\text{VO}_2\text{max}$ para ambos atletas), o exercício irá envolver uma proporção diferente da RVAn, o qual resultará em uma distinta demanda fisiológica. Assim, possivelmente os atletas com maior RVAn podem desenvolver uma participação menor do sistema anaeróbio e conseqüente diminuição do acúmulo de metabólitos relacionados à fadiga, como H^+ e Pi, e por sua vez uma melhor tolerância a essa intensidade de exercício (BUNDLE et al., 2003; WEYAND e DAVIS, 2005).

Por outro lado, na última década diversos estudos têm procurado explorar as respostas fisiológicas relacionadas a capacidade de *sprints* repetidos em indivíduos com diferentes magnitudes de RVAn (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2008; DARDOURI et al., 2014; DELL ROSSO et al., 2017). Os exercícios de *sprints* repetidos podem ser caracterizados como esforços máximos realizados de forma repetida com breves intervalos de recuperação entre cada estímulo (DA SILVA et al., 2010; GIRARD et al., 2011; FERNANDES-DA-SILVA et al., 2019). Atletas ao realizarem exercícios de *sprints* repetidos estão sujeitos a influência do processo de fadiga durante as repetições que se manifesta como um declínio na velocidade do *sprint* máximo / média (ex.: corrida) ou uma diminuição na potência pico ou no trabalho total (ex.: ciclismo) durante as repetições de *sprint* (BISHOP et al., 2011; BALDI et al., 2017).

Mendez-Villanueva et al. (2008), demonstraram que indivíduos ativos com maior reserva de potência anaeróbia (RPA) apresentaram maior dependência do metabolismo anaeróbio e registraram maior decréscimo de desempenho em dez estímulos máximos de *sprints* repetidos em comparação a indivíduos com menor RPA. A maior contribuição anaeróbia para o desempenho em *sprints* para o grupo de maior RPA se deve possivelmente a maior capacidade em desenvolver uma elevada potência em relação ao grupo de menor RPA. Em outro estudo, Dell Rosso et al. (2017), demonstraram que o comportamento da frequência cardíaca após testes de *sprints* repetidos foi mais lento em

homens com maior RVAn em comparação com indivíduos com menor RVAn.

Os autores consideram que a cinética da frequência cardíaca de recuperação mais lenta nos homens de maior RVAn pode estar relacionada a uma maior contribuição anaeróbia para o desempenho em *sprints* repetidos (DELL ROSSO et al., 2017). Em jogadores de futebol sub-15, Buchheit e Mendez-Villanueva (2014), examinaram os efeitos das mudanças nas MVA, MVS e a RVAn no desempenho de *sprints* repetidos durante o período de três temporadas. Os autores observaram que a diferença ao longo das temporadas para a RVAn (Δ RVAn) por si só, não foi preditivo do tempo médio em *sprints* repetidos (Δ RSm) (Cohen = +0.8 a -0.3 com aumento de RVAn), mas a maior magnitude do Δ RSm foi observada quando MVS, MVA e RVAn aumentaram juntos.

A utilização da RVAn associada com análise de desempenho em jogos de futebol ainda é pouco explorada, Mendez-Villanueva et al. (2013) quantificaram a distribuição da intensidade de jogo em jovens futebolistas em relação à idade, posição de jogo e aptidão física. Os autores identificaram diferenças entre as magnitudes da RVAn de atletas de diferentes categorias: Sub-13 ($10,9 \pm 1,5 \text{ km.h}^{-1}$), Sub-14 ($11,7 \pm 2,2 \text{ km.h}^{-1}$), Sub-15 ($12,9 \pm 1,9 \text{ km.h}^{-1}$), Sub-16 ($12,7 \pm 1,5 \text{ km.h}^{-1}$), Sub-17 ($14,3 \pm 1,0 \text{ km.h}^{-1}$) e Sub-18 ($14,7 \pm 1,9 \text{ km.h}^{-1}$). Da mesma forma, foi realizado comparações entre as posições de jogo, na qual os laterais apresentaram uma magnitude de $12,3 \pm 2,2 \text{ km.h}^{-1}$, zagueiros de $14,3 \pm 2,5 \text{ km.h}^{-1}$, os volantes de $12,7 \pm 2,1 \text{ km.h}^{-1}$, os meias de $12,6 \pm 2,3 \text{ km.h}^{-1}$, atacantes de $12,6 \pm 1,3 \text{ km.h}^{-1}$ e centroavantes de $13,7 \pm 1,7 \text{ km.h}^{-1}$.

Neste estudo, a grande diferença etária entre os sujeitos pode dificultar o entendimento do que seria a magnitude da RVAn entre posições para atletas profissionais. Da mesma forma, em relação a distância percorrida na magnitude da RVAn o desempenho entre cada tempo de jogo não foi alterado (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013). Como citado anteriormente no primeiro tópico desta revisão de literatura, durante uma partida o limite superior da RVAn representada pela MVS interfere no comportamento dos atletas, onde os jogadores mais lentos apresentam maior intensidade relativa em comparação aos atletas mais rápidos (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011; AL HADDAD et al., 2015).

Considerando que a MVS é uma variável de pouca sensibilidade ao treinamento e dependente da influência genética, a comparação entre atletas mais lentos e rápidos associados com a RVAn, ainda precisa ser devidamente explorada na literatura. Ainda, é interessante analisar a influência do treinamento supramáximo sobre a RVAn em atletas de

diferentes funções dentro de jogo, verificando assim as possíveis diferenças na tolerância a intensidades supramáximas em atletas com maior e menor magnitude da RVAn e mesma potência aeróbia no desempenho de jogo.

2.2 Treinamento de corrida e parâmetros fisiológicos

2.2.1 Treinamento Intervalado

O treinamento intervalado (TI) tradicionalmente é conhecido por consistir na realização de estímulos de alta intensidade de durações breves de poucos segundos a repetições longas de 5 minutos (min) alternados por intervalos que permitem uma recuperação parcial ou completa (BILLAT et al., 2001; LAURSEN e JENKINS, 2002; BUCHHEIT et al., 2013). A partir de parâmetros fisiológicos determinados em laboratório ou por meio de testes de campo é possível que cientistas e técnicos desportivos durante a programação do TI possam estimar a participação metabólica durante o exercício (BILLAT et al., 2001). Algumas variáveis fisiológicas laboratoriais como os limiares de transições fisiológicas (ex.: OBLA/LM), a velocidade relativa ao VO_2max (vVO_2max) também denominada como máxima velocidade aeróbia (MVA) ou medidas de campo como o pico de velocidade (PV) podem auxiliar na individualização da intensidade do TI e na obtenção de respostas fisiológicas agudas ou crônicas de modo objetivo. Ainda, a vVO_2max tem sido uma referência na denominação do tipo de TI que pode ser máximo (> 95% a 105% vVO_2max) ou supramáximo (>105% vVO_2max) (BILLAT et al., 2001; LAURSEN e JENKINS, 2002; BUCHHEIT et al., 2013).

Além da duração e da intensidade dos estímulos do TI, a relação entre o tempo de duração de cada repetição e o tempo de recuperação (relação esforço:pausa) é um aspecto consideravelmente importante na determinação do TI pois poderá estar diretamente relacionado com a via metabólica a qual se pretende que o exercício seja realizado (BILLAT et al., 1999; LAURSEN; JENKINS, 2002; DA SILVA et al., 2015). Billat et al. (2001), reportaram um aumento da capacidade oxidativa das enzimas succinato desidrogenase e citocromo oxidase de fibras do tipo II consideradas rápidas, utilizando um protocolo de 5 séries de 4 min a 100% do VO_2max em indivíduos não treinados. Por outro lado, Cipryan et al., (2017), compararam os efeitos agudos de dois protocolos de treinamento intervalado curto (30 s) e longo (3 min) com a relação de esforço e pausa de 1:1 para ambos os tipos de intervalado entre atletas de *endurance* e *sprints*.

Os atletas de *endurance* conseguiram realizar ambos os formatos de treinamento intervalado com maior dependência do metabolismo aeróbio, embora a intensidade do exercício (100% da $v\text{VO}_2\text{max}$), fosse idêntica em termos relativos para todos os participantes (CIPRYAN et al., 2017). Este estudo demonstrou que o esporte praticado pelos atletas influencia as respostas fisiológicas ao treinamento intervalado, pois cada grupo compete em provas nas quais a predominância metabólica é antagonista (*endurance vs sprints*) e a intensidade do TI a 100% do VO_2max proposta pelos autores favorece os atletas de *endurance*.

Em atletas de futebol o TI tem sido utilizado como um modo complementar ao treino técnico e também como uma forma de acelerar adaptações metabólicas a partir de parâmetros fisiológicos que permitam um maior controle e precisão da intensidade de treino desejada. Neste sentido, Dellal et al., (2012) demonstraram que ambos, jogos em espaços reduzidos e o TI realizado em 30 s de corrida por 30 s de recuperação (30:30), 15:15, 10:10, na intensidade próxima de 100% da máxima velocidade aeróbia (MVA), são igualmente eficazes na melhora da capacidade aeróbia em jogadores de futebol amador masculino.

Da Silva et al., (2015), compararam dois programas de treinamento intervalado com ou sem mudança de direção, na intensidade de 100% do pico de velocidade (PV) de um teste aeróbio de campo (T-CAR) a partir de 4 séries de 4 minutos e intervalo de 3 min entre séries. Nos quatro minutos de cada série os estímulos eram realizados de forma intermitente com estímulos de 12 s por 12 s de recuperação no grupo com mudança de direção (6 s ida e 6 s volta) e o grupo sem mudança de direção realizava os 4 minutos em sistema de 6 s de execução por 6 s de recuperação. Os autores concluíram que o treinamento prescrito com e sem mudança de direção na intensidade do PV T-CAR, foi capaz de aumentar o PV esteira, a $v\text{VO}_2\text{max}$, o OBLA e o PV T-CAR de forma semelhante.

Utilizando intensidades supramáximas em atletas de futebol, Dupont et al. (2004), demonstraram melhora na MVA e na velocidade de *sprint* em 40 m após 10 semanas, aplicando um protocolo de treinamento intermitente durante a temporada competitiva que consistiu em corridas de 12 a 15 estímulos de 15 s por 15 s de recuperação a 120% da velocidade aeróbia máxima e, também, 12 a 15 *sprints* repetidos de 40 m. Ainda, Wong et al., (2010) demonstraram que o TI supramáximo (120% da MVA), no formato de 15 s de estímulo por 15 s de recuperação, pode ser realizado simultaneamente com treinamento de força muscular de alta intensidade para melhorar os desempenhos de potência muscular e potência aeróbia de jogadores de futebol.

Assim, é importante considerar que diversos são os fatores que podem influenciar a tomada de decisão no momento de se determinar um protocolo de treinamento intervalado. De acordo com os efeitos fisiológicos pretendidos por cientistas do esporte ou técnicos desportivos, as adaptações fisiológicas do treinamento intervalado serão dependentes do tipo de volume desse treinamento (curto ou longo), e da característica deste trabalho referente à intensidade (máximo ou supramáximo) (BILLAT et al., 2001; LAURSEN e JENKINS, 2002). Ainda, além dos fatores acima abordados a relação de esforço e pausa do treinamento será outro importante fator da manipulação de variáveis que irá determinar qual a via metabólica será predominante para aplicação de um treinamento intervalado proposto (BILLAT et al., 2001; CIPRYAN et al., 2017).

2.2.2 Corrida supramáxima com mudança de direção

A mudança de direção (MD) é uma característica comum nos esportes coletivos (por exemplo, futebol, futsal, rúgbi, Australian Football Rules) e representa um componente fundamental para testes de campo aeróbios e anaeróbios e para prescrições de treinamento genérico ou específico (HADER et al., 2016; DA SILVA et al., 2015). A elevada demanda de MD durante partidas de futebol, cerca de 700 ações realizadas em diversos ângulos (ex.: 45°, 90° e 180°), permitem explicar porque é importante o uso deste aspecto no contexto do treinamento de corridas e também em avaliações físicas (BLOONFIELD et al., 2007). A corrida de alta velocidade com MD exige que os jogadores realizem um elevado esforço para desacelerar, girar e acelerar novamente e essas ações podem impactar em uma exigência metabólica e neuromuscular elevada. (DA SILVA et al., 2015; CHAABENE et al., 2018).

As ações musculares excêntricas especialmente em isquio-tibiais durante rápidas e repetidas corridas com MD, podem provocar uma alta produção de força que pode ser diferente em comparação com a mesma intensidade de corrida sem MD (CHAABENE et al., 2018). Ainda, a corrida intermitente supramáxima a 110, 120 e 130% da máxima velocidade aeróbia (MVA) quando realizada com MD demonstrou causar um maior esforço que corridas em linha reta (FESSI et al., 2018). Este estudo revelou que as ações em MD estão associadas a maior aceleração, frequência cardíaca pico e percepção subjetiva de esforço (PSE) em relação à corrida em linha reta em futebolistas amadores. Em concordância, Zamparo et al. (2014) demonstraram que o ângulo da MD pode influenciar o efeito fisiológico agudo durante corridas com MD. Os

autores indicam que em corridas com MD de 180° o VO_2 e a concentração de lactato [La] aumentam com a distância da MD (ZAMPARO et al., 2014).

Por outro lado, estudos recentes de intervenção têm demonstrado que tanto a corrida de alta intensidade com ou sem MD podem apresentar respostas semelhantes e distintas de acordo com o período de treinamento, da intensidade ou duração. Da Silva et al., (2015), compararam as diferenças fisiológicas entre dois modelos de treinamento intervalado intermitente durante 5 semanas a 100% do PV T-CAR, sendo que um grupo realizou corrida com 180° MD e outro sem MD. Após o período de intervenção, melhorias semelhantes em ambos os grupos foram encontradas para o PV na esteira, vVO_2max , OBLA e PV T-CAR. Em outro estudo, ainda mais recente, Michailidis et al. (2018), demonstraram que 6 semanas de um programa de treinamento combinado usando *sprint* máximo com MD e treinamento pliométrico melhoram a capacidade de salto, aceleração e parâmetros aeróbios em jogadores de futebol juvenil em comparações com um grupo controle. Aparentemente o que se percebe é a intensidade da corrida com mudanças de direção pode vir a influenciar nas adaptações.

Gil et al., (2018), compararam a influência de dois tipos diferentes de treinamento para verificar os efeitos sobre a corrida com MD, capacidade de corrida e outras medidas neuromusculares tais como saltos verticais, potência média e potência propulsiva média. Os autores demonstraram que tanto o treinamento de *sprint* resistido com controle de sobrecarga e treinamento de corrida sem resistência durante 6 semanas em futebolistas profissionais são capazes de melhorar a capacidade em realizar MD, *sprint*, bem como medidas neuromusculares como salto (*CMJ* e *SJ*) em ambos os grupos de intervenção. Ainda, Born et al., (2016), avaliaram o efeito de um treinamento de *sprints* repetidos com movimentos multidirecionais de MD e compararam com repetições de *sprints* repetidos com 180° de MD em variáveis relacionadas à velocidade de MD e agilidade.

Em resumo, a literatura relacionada à corrida em alta velocidade com MD apresenta diferenças agudas nas comparações com a corrida em alta velocidade sem MD, porém os estudos de intervenção demonstraram melhora do protocolo de treinamento com MD, mas ainda não existem informações consistentes na literatura sobre diferenças com o treinamento sem MD.

2.3 Análise de desempenho em jogos de futebol

A análise da demanda física em jogos de futebol por meio de tecnologias como GPS ou sistemas de rastreamento computadorizado por multicâmeras, permitem a detecção de diversos fatores que parecem influenciar o desempenho físico de jogadores durante treinamentos e competições (BARNES et al., 2014; BRADLEY et al., 2015; ANDERSON et al., 2016). Recentemente a utilização de GPS foi autorizado em jogos oficiais de futebol ao redor do mundo (FIFA, 2015). Antes deste período apenas outras tecnologias, como o sistema de rastreamento computadorizado por multicâmeras de vídeo, eram utilizadas em jogos oficiais (BUSCH et al., 2015; DI MASCIO e BRADLEY et al., 2013).

Barnes et al. (2014), examinaram as diferenças no desempenho físico entre 7 temporadas da *English Premiere League* e demonstraram que a distância total aumentou apenas em 2%, a distância percorrida em alta intensidade aumentou em cerca de 30%, enquanto a distância percorrida em *sprints* aumentou em 35% e o número de *sprints* aumentou em aproximadamente 45% entre as sete temporadas. Bradley et al. (2015), do mesmo modo investigaram sete temporadas da *English Premier League* e separando pelo ranking das equipes em cada temporada. Os autores identificaram que as equipes que estiveram posicionadas no ranking entre a quinta e a oitava posição melhoraram o desempenho da distância nas corridas em alta intensidade em cerca de 37%. Os quatro melhores no ranking aumentaram para 33%, seguido por 32% para as equipes que ficaram entre a nona e a décima quarta posição no ranking e 23% para os últimos seis colocados. Busch et al. (2015), verificaram as variações entre as posições de jogo entre sete temporadas da *English Premiere League* e demonstraram que após sete temporadas o desempenho na distância em alta intensidade aumentou de modo acentuado para todas as posições em especial para os laterais.

Esses estudos demonstram que o desempenho físico tem se modificado especialmente em altas intensidades e *sprints*, o que indica que estes aspectos devem ser considerados como fatores que têm influenciado de modo crescente o esporte (BARNES et al., 2014; BRADLEY et al., 2016; BUSCH et al., 2015). Além disso, Bradley et al. (2013), verificaram a influência do aspecto técnico como o percentual de posse de bola sobre o desempenho físico. Os autores concluíram que, assim como a distância total, a distância percorrida em alta intensidade não foram diferentes entre equipes com alto percentual de posse de bola e baixo percentual de posse de bola. No entanto, outros fatores como, por exemplo, o padrão técnico de equipes de futebol, parece influenciar o desempenho físico de jogadores.

Bradley et al. (2013) demonstraram que a distância percorrida em alta intensidade foi maior em jogadores de equipes de padrão técnico competitivo inferior e concluíram que esses resultados podem estar associados com as características técnicas de equipes de menor padrão técnico que requerem um maior desempenho físico na tentativa de superar equipes com padrão técnico superior.

Di Mascio e Bradley, (2013), demonstraram que os jogos de futebol são caracterizados por momentos de maior intensidade ($>19,8 \text{ km.h}^{-1}$), contemplando cerca de 3% do tempo total do jogo. Os autores descrevem que esses momentos de alta intensidade são desenvolvidos antes e após momentos de baixa intensidade e as relações de esforço e pausa variam de 1 para 12 (1:12) a 1:2. Além disso, nenhuma diferença foi observada entre as diferentes posições em parâmetros como a máxima velocidade de corrida e a distância média de corrida em alta intensidade (DI MASCIO e BRADLEY, 2013). Ainda, Bradley et al. (2013), demonstraram que atletas de futebol que entram no decorrer de partidas percorrem maiores distâncias em corridas de alta intensidade do que atletas que jogaram partidas completas. Possivelmente estes resultados podem estar relacionados a uma queda de desempenho decorrente de um maior tempo de exposição a ações de alta intensidade durante uma partida completa em comparação a atletas que entram no decorrer do jogo.

Anderson et al. (2016), quantificaram a carga de treinamento e jogos no meio e durante uma temporada e observaram que aqueles atletas que possuem mais do que 60% dos jogos na temporada realizam maior distância percorrida e *sprints* do que atletas com menor participação em partidas. Este estudo demonstra que possivelmente os estímulos de jogos oficiais, induzem uma maior intensidade em comparação com os treinamentos e por este motivo os atletas que possuem um percentual menor de jogos jogados não conseguem contemplar o volume necessário de estímulos em alta intensidade em treinamento.

Outro aspecto importante a ser considerado na performance de atletas de futebol está relacionado ao número de jogos consecutivos que equipes deste esporte acabam por ser submetidos (CARLING et al., 2012). Carling et al. (2012), verificaram a influência de 8 jogos oficiais consecutivos no período de 26 dias, sob uma média aproximada de um jogo a cada três dias, na qual não encontraram diferenças na performance física ou na incidência de lesões. Os autores consideram que estes achados se devem a possíveis mudanças de jogadores entre as partidas e as estratégias de recuperação após jogos aplicados nesses atletas.

Os estudos acima demonstram que preparadores físicos e cientistas do futebol devem estar atentos aos diversos fatores que podem influenciar

a performance física de atletas deste esporte. Neste contexto, um dos objetivos desta tese de doutorado é verificar as possíveis influências da reserva de velocidade anaeróbia no desempenho de jogadores de futebol utilizando como ferramenta de coletas a tecnologia de GPS.

2.3.1 Frequência de amostragem por GPS

O uso da tecnologia de GPS no futebol tem sido cada vez mais frequente em estudos científicos relacionados ao esporte e também em clubes de diferentes níveis ao redor do mundo (MCLELLAN; LOVELL, 2013; VARLEY et al, 2012). A utilização dessa ferramenta em treinos e jogos tem sido importante para avaliar as demandas fisiológicas e o perfil de movimento de atletas (CASAMICHANA; CASTELLANO, 2010; FESSI et al., 2017), permitindo que técnicos e preparadores físicos preparem seus programas de treinamento de modo mais objetivo (CASTAGNA et al., 2003; GIMÉNEZ et al., 2017). A análise de jogos realizada a partir da utilização de GPS tem alcançado níveis cada vez mais precisos de acurácia (COUTTS; DUFFIELD, 2010; JOHNSTON et al., 2014; BEATO et al., 2016). Os primeiros GPS utilizados no esporte transmitiam apenas 1 informação por segundo ou 1 Hz (CARLING et al., 2008), em seguida surgiram GPS de 5 Hz (GASTIN; WILLIAMS, 2010).

Essa taxa de amostragem pode ser capaz de mensurar as demandas de movimento realizadas em velocidades de até 20 km.h⁻¹, contudo ocasiona um erro maior na coleta das informações da distância percorrida, especialmente quando o atleta atinge velocidades mais altas (>20 km.h⁻¹) (JOHNSTON et al., 2012). Recentemente, estudos desenvolvidos com GPS de 10 Hz e 15 Hz demonstraram uma melhor qualidade e precisão na informação registrada pelo equipamento mesmo em intensidades elevadas, ou seja, superiores a 20 km.h⁻¹ (JOHNSTON et al., 2014; TREWIN et al., 2017; CASTAGNA, et al., 2017).

2.3.2 Perfil locomotor de jogadores de futebol

A identificação do perfil locomotor de atletas de futebol durante treinos e jogos tem sido baseada ao longo das últimas décadas em diferentes categorias ou limiares de velocidades de movimento (BUCHHEIT et al., 2012; HUNTER et al., 2015). Tais intensidades podem ser definidas a partir da configuração permitida pelos diferentes *softwares* das marcas existentes de GPS (CASAMICHANA e CASTELLANO, 2010). As definições dessas categorias de movimento podem ser selecionadas da seguinte forma: parado, caminhando, trotando,

corrida de baixa intensidade, corrida de moderada intensidade, corrida de alta intensidade e *sprints* (BANGSBO et al., 1991). Para cada uma dessas categorias de velocidade, existem referências distintas que dificultam o processo de comparações entre cada estudo (BANGSBO et al., 1991; DI SALVO et al., 2007; RAMPININI et al., 2007), sendo que alguns autores utilizam valores de limiares de velocidades absolutos (CASTAGNA et al., 2003; RAMPININI et al., 2007), enquanto outros, utilizam valores relativos individualizados baseados nas velocidades relativas de variáveis fisiológicas como o OBLA e a $v\dot{V}O_2\text{max}$ (ABT e LOVELL, 2009; HUNTER et al., 2015).

Em atletas profissionais, Bangsbo et al. (1991), utilizaram referências de velocidades absolutas de 12, 15, 18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, para as categorias de baixa, média e alta intensidade, respectivamente. Já Di Salvo et al. (2007), utilizaram cinco categorias de intensidade: 0 – 11 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (parado, caminhando); 11,1 – 14 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida de baixa intensidade); 14,1 – 19 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida de moderada intensidade); 19,1 – 23 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida de alta intensidade). Rampinini et al. (2007), por outro lado, utilizaram outras medidas de referências para determinação de categorias de intensidade: 0 – 0,7 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (parado); 0,7 – 7,2 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (caminhando); 7,2 – 14,4 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (trotando); 14,4 – 19,8 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (correndo); 19,8 – 25,2 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida em alta intensidade).

Por outro lado, em futebolistas jovens outras referências de intensidade de locomoção foram observadas, como em Castagna et al. (2003), que consideraram as seguintes categorias: 0 – 0,4 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (parado); 0,4 – 3 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (caminhando); 3 – 8 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (trotando); 8 – 13 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida em média intensidade); 13 – 18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida em alta intensidade). Já Hill-Haas et al., (2009), propuseram as seguintes zonas de intensidade: 0 – 6,9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (parado/caminhando); 7,0 – 12,9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida de baixa intensidade); 13,0 – 17,9 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida em média intensidade); >18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (corrida em alta intensidade).

As diferenças entre as várias formas de perfil locomotor estabelecidas na literatura demonstram a necessidade de observar com cuidado a interpretação entre um estudo e outro, principalmente quando se trata de corridas em alta intensidade onde as variações podem ser ainda mais determinantes como demonstram os diversos estudos apresentados: >18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (BANGSBO, 1991); 19,1 – 23 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (DI SALVO et al., 2006); 19,8 – 25,2 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (RAMPININI et al., 2007) em atletas profissionais e em atletas jovens: 13 – 18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (CASTAGNA et al., 2003) e >18 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ (HILL-HASS et al., 2009).

Quanto as referências de limiar de intensidade que podem ser consideradas como *sprints*, existem diversos valores utilizadas na

literatura, sendo não individualizados e individualizados. Para as velocidades de *sprints* não individualizados, valores acima de 18 km.h^{-1} foram descritos na literatura para atletas de futebol adolescentes (CASTAGNA et al., 2003). Em atletas profissionais deste esporte diversos valores podem ser citados: velocidade acima de 23 km.h^{-1} (DI SALVO et al., 2007), acima de 30 km.h^{-1} (BANGSBO et al., 1991) e acima de $25,2 \text{ km.h}^{-1}$ (RAMPININI et al., 2007) em jogadores de futebol profissional. Contudo, Schimpchen et al. (2015), propuseram um método para que as velocidades consideradas como *sprints* fossem adotadas como individualizadas a partir de uma velocidade de referência de $25,2 \text{ km.h}^{-1}$ (RAMPININI et al., 2007), e a máxima velocidade de *sprint* em jogo para assim considerar a seguinte equação proposta: $(25,2 \text{ km.h}^{-1} / \text{MVS no jogo}) * 100$.

Diante dos estudos acima expostos, para que treinadores e preparadores físicos possam comparar seus dados de GPS com os estudos presentes na literatura, tanto a utilização de valores absolutos como a individualização dos valores de referência para *sprints* no futebol é importante, uma vez que ainda não há um padrão de referência para atletas de diferentes níveis.

2.3.3 Medidas de jogo associadas a queda de desempenho

O declínio no desempenho físico entre cada tempo de jogo no futebol pode ser decorrente de diversas variáveis como a fadiga central e/ou periférica e circunstâncias como resultado, estratégias de equipe, nível do adversário e nível de aptidão física dos atletas (MOHR et al., 2003; WALDRON; HIGHTON, 2014; DALEN et al., 2019). A análise de jogo a partir de GPS ou outras tecnologias capazes de identificar o perfil de deslocamento do atleta com alta precisão durante uma partida de futebol permite que alguns parâmetros (ex.: distância total, corridas em alta intensidade, *sprints*, acelerações e desacelerações) possam ser analisados entre cada tempo de jogo para avaliar o declínio de desempenho durante uma partida ou uma série de jogos (AKENHEAD et al., 2013; INGEBRIGTSEN et al., 2015; DALEN et al., 2019).

Estudos tem demonstrado que as variações na distância total percorrida entre o primeiro e o segundo tempo de jogo não representam um parâmetro para detecção do declínio de desempenho durante uma partida de futebol com a mesma sensibilidade que outras variáveis que possuem como característica a elevada intensidade (WALDRON; HIGHTON, 2014). Rampinini et al. (2009) observaram reduções inferiores a 2% entre cada tempo de jogo para a distância total percorrida

(5966 m para 5862 m, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). De modo semelhante, Bradley et al., (2010) compararam a distância percorrida entre cada tempo de jogo em jogadores de diferentes níveis, ou seja, jogadores de nível nacional da primeira divisão inglesa com jogadores de nível internacional.

Os autores demonstraram que os atletas de nível nacional reduziram aproximadamente 2% (5482 m para 5376 m, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente), enquanto que os jogadores de nível internacional não apresentaram diferenças entre cada tempo de jogo (5336 m para 5330 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Ainda, Ingebrigtsen et al., (2014) não observaram diferenças entre cada tempo de jogo para jogadores profissionais da primeira divisão norueguesa (5635 m para 5595 m, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Ainda, Akenhead et al., (2013) observaram reduções na distância total percorrida em cerca de 4,5% (5345m para 5106 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente) em jogadores ingleses.

Em contrapartida, outros estudos demonstraram uma maior variação entre cada tempo de jogo para variável distância total percorrida. Wehbe et al., (2013) demonstraram um declínio de 7,9 % na distância percorrida em jogadores de futebol australianos. De forma semelhante, Russell et al., (2016) demonstraram um declínio de 6,7 % na distância total entre 1º e 2º tempo de jogo em atletas da primeira divisão inglesa (4891 m para 4566 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Recentemente Metaxas. (2018) demonstrou uma redução ainda maior, de 12,6% na distância percorrida em cada tempo de jogo em atletas de futebol profissional gregos. De acordo com os dados acima observados e considerando o nível de cada competição que foi objeto dos estudos citados, possivelmente o nível da competição e do atleta, seja nacional ou internacional, pode vir a influenciar nas variações para distância total percorrida entre cada tempo de jogo (MOHR et al., 2003).

Na última década uma crescente atenção tem sido dada as ações em alta intensidade durante partidas de futebol. Essas ações podem ser consideradas como determinantes do desempenho de uma equipe em jogo (BRADLEY et al., 2010; AKENHEAD et al., 2013; RUSSEL et al., 2016). Na literatura uma variedade de valores de referências para os limiares relativos a corrida em alta e muito alta intensidade tem sido descrita, o que tem dificultado as comparações entre estudos (RAMPININI et al. 2007; AKENHEAD et al., 2013; DALEN et al., 2019). Em jogadores da primeira divisão profissional da Itália, Rampinini et al. (2007), utilizaram a nomenclatura de distância percorrida em alta intensidade para velocidades acima $14 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e demonstraram uma

redução de cerca de 7% entre cada tempo de jogo (2038 m para 1909 m entre o 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Para a distância percorrida em muito alta intensidade ($>19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), esses autores demonstraram uma redução de aproximadamente 7% entre cada tempo de jogo (633 m para 591 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Mais recentemente, Dalen et al., (2019), para distância percorrida em alta velocidade ($>19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) demonstraram uma redução de 11% (463m para 415m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). De modo semelhante, Russel et al., (2016), observaram uma redução de cerca de 13,4% entre cada tempo de jogo (261 m para 226 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Curiosamente, Akenhead et al., (2013) demonstraram um comportamento diferente para a distância percorrida acima de $20,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, onde os valores aumentaram entre cada tempo de jogo em cerca 3,5% (248 m para 257 m, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Este mesmo padrão foi observado para distância percorrida em *sprints* onde um aumento de 6% ocorreu (94 para 100 para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Di Salvo et al., (2007) verificaram as distâncias percorridas entre as velocidades de $19,1$ a $23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e nenhuma diferença foi observada entre cada tempo de jogo (304 m para 301 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Neste estudo, para distâncias percorridas acima de $23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ houve um aumento de 4% (165 m para 172 m para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Da mesma forma, Bradley et al., (2010), verificaram a distância percorrida acima da velocidade de $19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e demonstraram aumento de 3,1% entre cada tempo de jogo (445 m para 459 m, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). A elevada variabilidade para a distância percorrida em alta intensidade, considerando velocidades de referências superiores a $19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, limita as comparações entre os estudos. Além disso, as referências utilizadas neste tópico foram de estudos que utilizaram valores absolutos de distância percorrida em alta velocidade e não individualizados o que restringe ainda mais as comparações entre estudos.

Em relação ao número de *sprints* entre cada tempo de jogo, a literatura tem demonstrado que esta medida não apresenta uma elevada capacidade de discriminar o declínio de desempenho durante uma partida (INGEBRIGTSEN et al., 2015; WEHBE et al., 2014). Além disso, os limiares de referências para considerar *sprint* tem sido diversos na literatura, com estudos considerando valores superiores a $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $25 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (INGEBRIGTSEN et al., 2015; RUSSEL et al., 2016; SWEETING et al., 2017). Russel et al., (2016) demonstraram em

jogadores noruegueses Sub-21 de uma equipe da primeira divisão, número de *sprints* de 14 e 12 para o 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente. Os autores consideraram *sprints* as velocidades superiores a 19,8 km.h⁻¹.

Por outro lado, Ingebrigtsen et al., (2015) considerando *sprint* as corridas com velocidades iguais ou superiores a 25 km.h⁻¹, em jogadores profissionais de elite noruegueses que jogam em posições mais centrais do campo e que realizaram 6,6 e 6,5 *sprints* no 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente. Enquanto que para jogadores que atuam pelos lados do campo foi observado valores de 10,6 e 11 para o 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente. Dentro de um contexto prático, o número de *sprints* tem sido uma medida na qual técnicos de futebol dedicam uma elevada atenção. Contudo, como preditor de declínio de desempenho, poucos estudos têm utilizado esta medida para discriminar reduções entre cada tempo de jogo.

Estudos recentes têm indicado que o número de acelerações e desacelerações realizadas durante uma partida de futebol podem ser preditores sensíveis para avaliar a manutenção e queda de desempenho entre cada tempo de jogo em comparação as demais medidas acima abordadas (DALEN et al., 2019; AKENHEAD et al., 2013; ARRUDA et al., 2015). Dalen et al., (2019) observaram uma redução de cerca de 14% (48 para 42, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente) de acelerações entre cada tempo de jogo. Por outro lado, Akenhead et al., (2013) observaram apenas uma redução de 3%, ou seja, de 91 para 88 acelerações de alta intensidade entre o primeiro e o segundo tempo de jogo. Estes autores demonstraram uma redução mais acentuada no desempenho de desacelerações de cerca de 7% entre cada tempo (84 para 78 para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Ingebrigtsen et al., (2015) demonstraram reduções de aproximadamente 6% para o número de acelerações em alta intensidade realizados entre cada tempo de jogo (47 para 44, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Contudo, Dalen et al., (2016) demonstraram que este parâmetro não foi capaz de discriminar as diferenças de desempenho em jogadores noruegueses, na qual o número de acelerações foi de 38 para 37, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente. Da mesma forma, em relação as desacelerações, os autores não identificaram modificações significativas (28 para 27, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Com números bastante inferiores aos descritos nos estudos anteriores, Russel et al., (2016), observaram valores de acelerações em alta intensidade de 14 ações no primeiro tempo e 12 durante o segundo tempo. Porém, referente as desacelerações, diferenças acentuadas puderam ser

observadas entre cada tempo de jogo, com declínio de cerca de 21% (24 para 19 para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Ainda, recentemente, Vigh-Larsen et al., (2018) demonstraram uma redução de aproximadamente 10% no número de acelerações entre cada tempo de jogo (41 para 37, para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente). Estes mesmos autores observaram um declínio de 11,6% no número de desacelerações (43 para 38 para 1º e 2º tempo de jogo, respectivamente).

Por fim, de acordo com o que foi abordado neste tópico, a elevada variabilidade existente entre todas as variáveis aqui destacadas devem ser analisadas com cuidado, pois as limitações presentes em cada metodologia empregada precisam ser levadas em consideração quando houver comparações entre estudos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para que se possa ter um melhor entendimento dos procedimentos adotados em cada estudo. A organização estrutural e sequencial dos métodos desta tese está apresentada em três partes (Estudo 1, Estudo 2 e Estudo 3).

3.1 Estudo 1 - Efeitos do treinamento intermitente supramáximo a partir do T-CAR em jogadores de futebol

3.1.1 Caracterização do estudo 1

O presente estudo pode ser classificado tendo em vista ao que propõe quanto à natureza, como uma pesquisa aplicada, pois poderá gerar conhecimentos de aplicação prática e quantitativa do tipo experimental com design de dois grupos divididos de forma aleatória: controle e intervenção (THOMAS; NELSON, 2002). Quanto aos seus aspectos objetivos esta pesquisa pode ser considerada como uma pesquisa pré-experimental, com design pré e pós-teste, de acordo com Karasiak et al. (2011).

3.1.2 Abordagem Experimental do Problema

Foram utilizados dois grupos paralelos randomizados e longitudinais com o objetivo de verificar os efeitos adicionais de um treinamento intervalado supramáximo. O treinamento foi prescrito durante a fase de pré-temporada a partir da máxima velocidade aeróbia obtida no T-CAR (MVA T-CAR), e as adaptações fisiológicas e do desempenho foram comparados em relação ao treinamento regular da equipe.

Os jogadores foram aleatoriamente designados para um grupo controle que incluiu sessões regulares de treinamento de futebol (G_Con; n = 10) ou um grupo experimental (G_Exp; n = 13) com um treinamento intervalado supramáximo (115% MVA T-CAR) em 20 sessões adicionais. Os jogadores de ambos os grupos apresentaram desempenho similar no T-CAR antes do período de intervenção.

Todos os testes de desempenho foram realizados dentro de 7 dias antes do início e após o término do programa de intervenção de treinamento de 8 semanas e incluíram: i) teste de *sprint* de 30 m, ii) Teste incremental em esteira e iii) Teste T-CAR. Os testes foram realizados em

laboratório, ou em uma área dentro do campo de futebol. Os jogadores foram familiarizados com os procedimentos dos testes antes do início deste estudo (exceção para teste de Wingate), isto é, cada participante completou todos os protocolos de teste pelo menos uma vez antes da coleta de dados. Foi-lhes instruído que consumissem a sua última refeição (sem ingestão de cafeína) pelo menos 3 horas antes do início da sessão de testes.

Uma representação esquemática do desenho do estudo é apresentada na Figura 1.

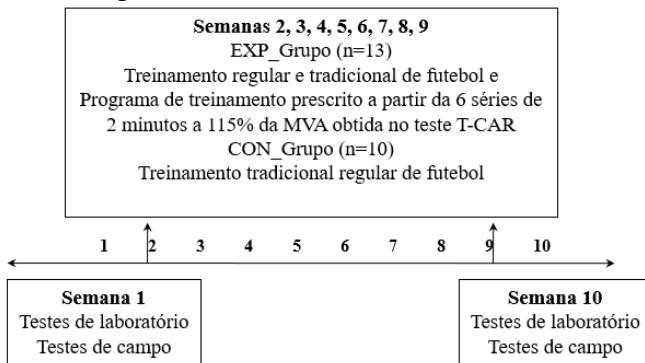


Figura 1. Representação esquemática e cronológica do desenho do estudo 1.

3.1.3 Sujeitos do estudo 1

Vinte e três atletas masculinos de futebol de nível nacional de uma mesma equipe da cidade de Florianópolis (idade $18,07 \pm 0,9$ anos; estatura $1,76 \pm 0,65$ m; massa corporal $71,9 \pm 8,7$ kg) foram voluntários para participar deste estudo. Os atletas acumularam no mínimo 3 anos de treinamento específico de futebol e treinavam 6 dias por semana, com 1 ou 2 treinamentos diários. Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos: i) participação regular em 85% das sessões de treinamento durante o período de investigação; e ii) não sofrer lesões durante o mesmo período além de não tomar nenhuma medicação que possa alterar os resultados deste estudo.

Os pais ou responsáveis legais e o gerente do clube foram informados sobre a natureza do estudo, incluindo objetivos, protocolos e riscos relacionados, e forneceram consentimento informado por escrito. A participação foi voluntária e os jogadores consentiram em participar

após serem informados de que poderiam se retirar do estudo a qualquer momento. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal de Santa Catarina (número 2.047.140).

3.1.4 Intervenção do Treinamento

O programa de treinamento foi implementado durante a fase de pré-temporada da equipe (março e abril), além das sessões habituais de treinamento de futebol planejadas pela equipe técnica. Durante o período de intervenção de 8 semanas, os jogadores completaram um total de 72 sessões de treinamento. Essas sessões de treinamento foram organizadas da seguinte forma: 20 sessões referentes a intervenção composta pelo treinamento intervalado supramáximo; 12 sessões para desenvolvimento de capacidades de força/potência muscular; 40 sessões dedicadas aos treinos técnico-táticos específicos do futebol; e quatro amistosos.

O programa de treinamento intervalado supramáximo foi prescrito com base no modelo do teste T-CAR. As sessões de treinamento foram realizadas três vezes por semana (todas as segundas-feiras, quartas-feiras e sextas-feiras) nas primeiras quatro semanas e duas vezes por semana (segundas-feiras, quartas-feiras) nas últimas quatro semanas do período de treinamento da pré-temporada. Nesta segunda parte do estudo, a frequência semanal de treinamento teve que ser reduzida devido à necessidade de preparar a equipe para os amistosos que ocorreram normalmente aos sábados.

O protocolo de treinamento consistiu em intervalos de corrida organizados em seis séries de 2 min (vai-e-vem) com 4 min de intervalo de descanso entre as séries. Dentro de cada série de 2 min, os jogadores realizavam 5 repetições de 12 s de corridas (com uma mudança de direção a cada 6 s) e 12 s de pausa. Assim, a relação entre esforço e pausa durante as sessões de treinamento intervalado supramáximo foi de 1:1. A intensidade de corrida utilizada foi 115% da MVA obtida no T-CAR, controlada pela distância referente a cada velocidade obtida durante o teste. Após a quarta semana de treinamento, a intensidade de corrida foi corrigida em +3% a fim de manter a intensidade de treinamento relativa esperada.

Referente ao monitoramento das variáveis cardiovasculares e metabólicas durante as sessões de treinamento intervalado supramáximo, a mensuração da FC foi realizada durante uma sessão de treinamento onde foram utilizados monitores de frequência cardíaca (FC) portáteis (modelos S610; marca Polar Electro Oy, Finlândia). A maior FC

registrada no final de cada série do protocolo de treinamento supramáximo foi utilizada neste estudo (TANAKA et al., 2001). Para determinação da concentração de lactato [La] sanguíneo durante 6 sessões de treinamento, foi retirado do lóbulo da orelha amostras de 25 µL de sangue, coletados em capilar heparinizado e imediatamente transferidos para microtubos de polietileno com tampa (Eppendorff) de 1,5 mL, contendo 50 µL de solução de NaF 1% e armazenados em gelo (BILLAT et al., 2000). A análise da [La] foi realizada por meio de um analisador bioquímico (YSI 2700, modelo Stat Select) que possui precisão de 2%, sendo que a calibração foi realizada antes da leitura da primeira amostra de sangue a partir de uma solução de concentração conhecida (0,50 g.L⁻¹), de acordo com as recomendações do fabricante e repetido o mesmo procedimento a cada oito leituras. Detalhes sobre o comportamento da FC e lactato sanguíneo durante sessões de treinamento supramáximo são apresentados na Figura 2.

Mais detalhes sobre a descrição do protocolo de treinamento experimental são apresentados na Tabela 1. Os participantes do grupo de controle continuaram seu programa de treinamento semanal como planejado pelo técnico e sua equipe técnica, que eram compostas principalmente por atividades técnico-táticas que totalizaram 52 sessões.

Para minimizar qualquer potencial interferência de variáveis externas, os jogadores mantiveram seu estilo de vida padrão e ingestão de refeições durante o período do estudo.

3.1.5 Desempenho físico e medidas fisiológicas – estudo 1

Antes de cada teste, todos os jogadores realizaram um aquecimento padronizado de aproximadamente 10 minutos. Durante cada teste os participantes foram encorajados verbalmente a exercer um esforço máximo durante todos os testes.

Testes de Campo

Teste de Sprint de 30m

Para determinar a MVS, a obtenção do tempo no teste de 30 metros foi realizada por meio de um sistema de fotocélulas (Microgate, Bolzano, Itália), onde foi possível captar os tempos finais dos 30m, 10 m iniciais, e 20 m lançados. Foram realizadas 3 tentativas por cada jogador. O melhor tempo nos 20 m lançados entre as três tentativas foi considerado como sendo a MVS (RAMPININI et al. 2007).

Teste T-CAR

O T-CAR é um teste de campo incremental e intermitente no sistema vai-e-vem, que permite aos jogadores realizarem 5 repetições por estágio de corrida de 12 segundos (6 s ida + 6 s volta) (DITRICH et al., 2011). A velocidade inicial de corrida do T-CAR foi de 9 km.h^{-1} , com aumentos sucessivos de 1 metro, representando aumento da velocidade em $0,6 \text{ km.h}^{-1}$. Para que os atletas mantivessem a velocidade requerida para cada estágio, foi utilizado um sistema de áudio com sinais sonoros a cada 6 s. O teste foi conduzido até a exaustão voluntária e/ou quando os jogadores não conseguiam acompanhar o sinal sonoro para chegada na linha de referência de retorno em duas repetições consecutivas no tempo requerido. Os participantes foram encorajados verbalmente a exercer um esforço máximo durante o teste. A MVA foi obtida por meio do pico de velocidade alcançado no teste.

Reserva de velocidade anaeróbia

A determinação da reserva de velocidade anaeróbia (RVAn) (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013), foi realizada utilizando a diferença entre a máxima velocidade de *sprint* (MVS) determinada a partir do teste de 20 metros lançados e a MVA determinada pelo T-CAR.

Testes de laboratório

Lactato Mínimo

A velocidade referente ao lactato mínimo (VLM) (TEGTBUR et al., 1993) foi determinada utilizando um protocolo composto pelo teste de *Wingate* (ex.: 30 s *all out*) seguido de 8 min de repouso passivo e depois um teste incremental de corrida até a exaustão. A velocidade do Lactato Mínimo (VLM) foi determinada por inspeção visual como o menor valor de lactato observado durante o teste (TEGTBUR et al., 1993). Este protocolo de Lactato Mínimo demonstrou fornecer medidas válidas ao VO_2max (DANTAS DE LUCAS et al. 2003).

Teste de Wingate

O teste de *Wingate* foi realizado em um ciclo ergômetro com resistência eletrônica Lode Excalibur (Lode, Groningen, Holanda) com o objetivo principal de possibilitar a determinação da VLM.

Tabela 1. Valores individuais da intensidade absoluta de corrida e suas respectivas distâncias percorridas por séries e séries, e distância total durante cada treinamento intervalado supra-máximo intermitente (115% MVA T-CAR) para o G Exp.

	MVA T-CAR (km·h ⁻¹)	115% MVA T-CAR (km·h ⁻¹)	Distância da repetição (m)	Número de repetições	Distância da série (m)	Número de séries	Distância total percorrida (m)
Atleta 1	15,6	17,9	59,6	5	298	6	1788
Atleta 2	15,8	18,2	60,8	5	304	6	1824
Atleta 3	16,2	18,6	62,0	5	310	6	1860
Atleta 4	16,3	18,8	62,4	5	312	6	1872
Atleta 5	16,5	19,0	63,2	5	316	6	1896
Atleta 6	16,6	19,1	63,6	5	318	6	1908
Atleta 7	16,7	19,2	64,0	5	320	6	1920
Atleta 8	16,9	19,4	64,8	5	324	6	1944
Atleta 9	17,4	20,0	66,8	5	334	6	2004
Atleta 10	17,5	20,1	67,2	5	336	6	2016
Atleta 11	17,9	20,6	68,7	5	344	6	2064
Atleta 12	17,9	20,6	68,7	5	344	6	2064
Atleta 13	18,0	20,7	69,0	5	345	6	2070

Legenda: MVA T-CAR = máxima velocidade aeróbia derivada do T-CAR; 115%MVA T-CAR = Intensidade do treinamento.

A resistência foi um fator de torque (Nm) baseado na massa corporal do indivíduo sendo de $0,075 \text{ Nm.kg}^{-1}$. Durante o teste de *Wingate*, os indivíduos foram instruídos a desenvolver e manter uma velocidade máxima do pedal durante o período de 30 s. O objetivo deste teste foi de induzir uma hiperlactatemia para determinação do lactato mínimo no teste incremental subsequente.

Amostras de sangue capilar (25 μl) do lóbulo da orelha foram obtidas no primeiro e no sétimo minuto de recuperação, com intuito de dosar a concentração de lactato sanguíneo [La] por meio de um analisador eletroquímico (YSL 2700 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA).

Teste incremental de corrida

O teste incremental de corrida foi realizado em esteira ergométrica motorizada (Imbramed Millennium Super, Porto Alegre, Brasil), com velocidade inicial de 10 km.h^{-1} e incrementos de 1 km.h^{-1} a cada 3 min até a exaustão voluntária.

A inclinação da esteira foi mantida com 1% de inclinação (JONES et al., 1996). Imediatamente após a conclusão de cada estágio, amostras de sangue capilar foram coletadas do lóbulo da orelha para determinação da [La]. As variáveis de troca gasosa respiratória e pulmonar foram medidas respiração-a-respiração durante o teste incremental de esteira por meio de um analisador de gases Cosmed (Quark PFTergo, Roma, Itália). Antes de cada teste, foi realizada uma calibração do equipamento conforme instruções do fabricante. Os dados de VO_2 foram reduzidos para médias de 15 s. O VO_2max foi definido como o maior valor obtido em um intervalo de 30 s. A obtenção do VO_2max foi definida utilizando os critérios propostos por Howley et al. (1995).

3.1.6 Análise estatística – estudo 1

Todos os dados são apresentados como média \pm desvio padrão (DP) ou intervalo de confiança de $\pm 90\%$ (90% IC). Todos os dados foram primeiramente transformados em log para reduzir o viés resultante do erro de não uniformidade. Os dados foram então analisados para significância prática usando abordagens de inferência baseada na magnitude (MBI) (HOPKINS et al., 2009). Usamos essa abordagem qualitativa porque as abordagens estatísticas tradicionais geralmente não indicam a magnitude de um efeito, que é tipicamente mais relevante para o desempenho esportivo do que qualquer efeito estatisticamente significativo. Para

examinar os efeitos do tipo de intervenção (G_Exp vs. G_Con) nas medidas de aptidão aeróbia e na velocidade do *sprint*, foram calculadas as diferenças entre os grupos e ao longo do tempo (pré-treino e pós-treino) para todas as variáveis dependentes. A menor mudança detectável (SWC) foi calculada ($0,2 \times SD$) e 90% IC também foram determinados.

As chances quantitativas de efeito benéfico/superior ou prejudicial/inferior foram avaliadas qualitativamente da seguinte forma: 25% a 75%, possível; 75% a 95%, provável; 95% a 99%, muito provável; e $> 99\%$, quase certo. Se a chance de apresentar desempenhos benéficos/superiores ou prejudiciais/inferiores era $> 5\%$, a diferença real foi avaliada como pouco clara (HOPKINS et al., 2009). Todas as análises do MBI foram conduzidas por meio de planilhas disponibilizadas no website <https://www.sportsci.org/2009/prostats.htm>. Além disso, o *efeito do tamanho* de Cohen de mudanças nas medidas de desempenho de corrida aeróbia foi calculado.

Os valores limiares para o *efeito do tamanho* de Cohen foram 0,20; 0,60; 1,20; 2,0 e 4,0 para pequeno, moderado, grande, muito grande e extremamente grande, respectivamente. Os coeficientes de correlação de *Pearson* também foram calculados para estabelecer a respectiva relação entre os índices de desempenho físico dentro do G_Exp. A magnitude da correlação (r [90% IC]) entre as medidas de desempenho físico foi avaliada com os seguintes limiares: $< 0,1$, trivial; $< 0,1$ a $0,3$, pequeno; $< 0,3$ a $0,5$, moderado; $< 0,5$ a $0,7$, grande; $< 0,7$ a $0,9$, muito grande; e $< 0,9-1,0$, quase perfeito (HOPKINS et al., 2009).

3.2 Estudo 2 - A reserva de velocidade anaeróbia de jogadores de futebol de elite: uma comparação baseada no perfil da velocidade de corrida entre e dentro de posições de jogo

3.2.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo pode ser classificado quanto à natureza como aplicado ao qual poderá gerar conhecimentos de aplicação prática e quanto à abordagem do problema pode ser definida como quantitativa (THOMAS; NELSON, 2002). Quanto aos seus aspectos objetivos esta pesquisa pode ser considerada como uma pesquisa descritiva, segundo Ferrari et al. (2011).

3.2.2 Sujeitos do estudo 2

O desempenho obtido no presente estudo foi realizado em jogadores de futebol de elite masculino (46 defensores, 45 meio-campistas e 29 atacantes, idade $20,9 \pm 3,3$ anos, estatura $1,76 \pm 6,4$ cm, massa corporal $70,1 \pm 1,2$ kg, percentual de gordura corporal $10,8 \pm 1\%$), de dois clubes profissionais de futebol que disputam competições de nível nacional. Os indivíduos tinham uma base regular de treinamento e competição há pelo menos um período de 5 anos e estavam treinando 6-8 horas por semana com um jogo a cada semana durante a temporada. Antes do período de estudo, um consentimento informado por escrito foi recebido de todos os voluntários e pais/responsáveis após terem sido aconselhados, verbalmente e por escrito, sobre os riscos e benefícios envolvidos neste estudo. Os procedimentos foram aprovados pela Universidade Federal de Santa Catarina (Comitê de Ética da Universidade: 2.047.140).

3.2.3 Desempenho físico e medidas fisiológicas – estudo 2

Máxima velocidade aeróbia – MVA

A MVA neste estudo foi determinada por meio do pico de velocidade obtido pelo desempenho ao final do teste T-CAR já descrito nos métodos do estudo 1 desta tese.

Máxima velocidade de *sprint* – MVS

A MVS no estudo 2 foi obtida a partir do teste de *sprint* de 30 metros, na qual o melhor desempenho nos 20 m finais deste teste foi considerado como a velocidade máxima atingida. Deste modo um sistema de fotocélulas foi utilizado para que os dados tivessem a precisão necessária (CEFISE - SpeedTest 6.0, São Paulo, Brasil). Um maior detalhamento dos procedimentos deste teste, estão descritos nos métodos do estudo 1 desta tese.

Reserva de velocidade anaeróbia – RVAn

A RVAn foi calculada por meio da diferença entre o MVS e MVA T-CAR, seguindo a equação:

$$\text{RVAn (km.h}^{-1}\text{)} = \text{MVS} - (\text{MVA T-CAR}).$$

Análise por posição de jogo

Para fins de comparação, todos os jogadores foram classificados em ordem decrescente de acordo com a sua magnitude da MVS, que permitiu uma estratificação dos dados e o desenvolvimento de três grupos. O grupo mediano ou segundo tercil foi excluído da análise final para a criação de um grupo de jogadores mais rápidos (ex.: grupo com maior MVS (MVS-M) e um grupo de jogadores mais lentos (isto é, grupo com menor MVS (MVS-m). O mesmo procedimento foi aplicado para MVA (MVA-M e MVA-m) e o processo idêntico foi utilizado para análises dentro de cada posição de jogo (isto é, defensores, meio-campistas e atacantes). Não houve sobreposição nos valores da MVS ou da MVA entre os grupos.

3.2.4 Análise estatística – estudo 2

Estatísticas descritivas (média \pm DP) foram calculadas para todas as variáveis dependentes (RVAn, MVS e MVA) e suas distribuições foram confirmadas como normais pelo teste de Shapiro-Wilk. ANOVA *One-Way* foi usada para comparar cada variável dependente, para comparação das diferenças dentro das posições de jogo e entre as posições para as variáveis MVS ou MVA. Além disso, o teste *t* foi usado em cada grupo para comparar: MVS-M *vs.* MVS-m e MVA-M *vs.* MVA-m. O nível de significância estatística foi estabelecido como $p \leq 0,05$ para todas as análises. As análises foram realizadas no *software* SPSS (versão 17.0).

3.3 Estudo 3 – O perfil de velocidade de corrida baseado na reserva de velocidade anaeróbia determina o desempenho de jogo em jogadores de futebol profissional

3.3.1 Caracterização da pesquisa

O presente estudo pode ser classificado quanto à natureza como aplicado ao qual poderá gerar conhecimentos de aplicação prática e quanto à abordagem do problema pode ser definida como quantitativa (THOMAS; NELSON, 2002). Quanto aos seus aspectos objetivos esta

pesquisa pode ser considerada como uma pesquisa descritiva, segundo Ferrari et al. (2011).

3.3.2 Sujeitos do estudo 3

Trinta e seis jogadores de futebol profissional masculinos (média \pm DP idade: $23,3 \pm 5,4$ anos, peso: $72,4 \pm 5,9$ kg, estatura: $1,77 \pm 6,5$ m, gordura corporal: $10,8 \pm 1,0\%$) participaram deste estudo. Todos os jogadores estavam competindo entre a primeira e segunda divisão do campeonato brasileiro. Os jogadores foram separados em dois grupos de acordo com a magnitude da RVAn, considerando uma MVA similar ($17,5 \pm 0,7$ km.h⁻¹) para todos os atletas. Dezenove jogadores do grupo RVAn (RVAn-M) (defensores = 7, meio-campistas = 6 e avançados = 6) e dezessete jogadores do grupo RVAn (RVAn-m) (defensores = 6, meio-campistas = 7 e avançados = 4). Os goleiros não foram considerados nesta investigação. Os dados foram coletados durante o período de competição de duas temporadas (2017 e 2018). O consentimento informado por escrito foi recebido de todos os voluntários após uma breve, mas detalhada explicação sobre os objetivos, benefícios e riscos envolvidos neste estudo. Todos os procedimentos do estudo foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (nº: 2.047.140).

3.3.3 Desempenho físico e medidas fisiológicas – estudo 3

Máxima velocidade aeróbia - MVA

Neste estudo a MVA foi determinada a partir do teste T-CAR, ao qual os procedimentos já foram descritos na sessão de métodos do estudo 1 desta tese.

Máxima velocidade de *sprint* – MVS

A MVS no presente estudo foi determinada a partir de dois procedimentos: i) a partir do teste de velocidade de *sprint* de 30 metros onde um par de fotocélulas nos primeiros 10 m e ao final de 30 m permitiu a captação do melhor desempenho nos 20 m finais (CEFISE - SpeedTest 6.0, São Paulo, Brasil). ii) a partir da determinação da máxima velocidade de *sprint* obtida durante jogos, onde todos os jogadores foram monitorados com a tecnologia do sistema de posicionamento global

(GPS) a uma frequência de 10 informações por segundo (Hz) (K-Sport International, Montelabbate, Itália). A maior velocidade atingida pelo atleta nos dois métodos foi considerada como a MVS.

Reserva de velocidade anaeróbia – RVAn

A RVAn foi calculada a partir da diferença entre a MVS e MVA T-CAR, seguindo a equação:

$$RVAn \text{ (km.h}^{-1}\text{)} = MVS - (MVA \text{ T-CAR}).$$

Análise do desempenho em jogos

O desempenho dos jogos foi quantificado individualmente usando unidades para rastreamento de movimento do atleta por meio de GPS com frequência de 10 Hz (K-Sport International, Montelabbate, Itália). Buscando determinar a reprodutibilidade dos dados de GPS de modo individual, cada atleta foi monitorado em média $3,9 \pm 1,2$ jogos, aos quais permitiu a obtenção das características dos jogadores. O período de referência para obtenção dos dados dos jogos foi de 8 semanas a partir dos testes de determinação da MVS e MVA que permitiu a análise de um total de 43 partidas. Foram excluídos deste estudo, os dados de partidas não concluídas (HUNTER et al., 2014).

As medidas obtidas a partir do GPS neste estudo foram: distância total percorrida (DT) (m), distância relativa (DR) ($\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$), número de *sprints* ($\geq 23 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) (n), número de acelerações ($> 3\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) (n), número de desacelerações ($> 3\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) (n), somatório (Σ) da distância percorrida em *sprints* (m), distância total dos *sprints* (m), velocidade pico absoluta ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), velocidade pico relativa (VP) (% MVS), velocidade média absoluta (VM) ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$), velocidade média relativa (% MVS), distância percorrida acima da MVA (m), distância acima de MVA (% TD), distância acima de 50% MVS (m), distância acima de 50% MVS (% TD) (Tabela 5). Em relação à distribuição da intensidade durante os jogos, foi adotado a individualização das zonas de velocidade para melhor comparar os grupos com RVAn distintos e examinar o impacto de possíveis diferenças.

Para obtenção da distância percorrida em zonas de intensidades relativas foram utilizados percentuais da velocidade correspondente a MVA e também da MVS.

As zonas de intensidades relativas a MVA e a sua a velocidade absoluta correspondente para ambos os grupos estão descritos como

segue: 100 - 110% (17,5 - 19,3 km.h⁻¹), > 110 - 120% (> 19,3 - 21,0 km.h⁻¹), > 120 - 130% (> 21,0 - 22,8 km.h⁻¹), > 130 - 140% (> 22,8 - 24,5 km.h⁻¹), > 140 - 150% (> 24,5 - 26,3 km.h⁻¹), > 150 - 160% (> 26,3 - 28,0 km.h⁻¹), < 160% (28 km.h⁻¹).

As zonas de intensidades relativas a MVS e a sua velocidades absolutas a qual difere para ambos os grupos estão descritos como segue: Para a zona de intensidade entre 90 a 100% da MVS, os valores absolutos da velocidade foram entre 30,2 a 33,6 e entre 27,1 - 30,1 km.h⁻¹ para o grupo RVAn-M e RVAn-m, respectivamente.

Para zona de intensidade entre 80 - 90% as velocidades foram entre 26,9 - 30,2 km.h⁻¹ e 24,1 - 27,1 km.h⁻¹ para o grupo RVAn-M e RVAn-m, respectivamente.

Para zona de intensidade entre 70 - 80% as velocidades absolutas foram entre 23,5 - 26,9 km.h⁻¹ e 21,1 - 24,1 km.h⁻¹ para RVAn-M e grupo RVAn-m, respectivamente.

Para a zona de intensidade entre 60 - 70%, foram utilizadas as velocidades absolutas entre 20,2 e 23,5 km.h⁻¹ e 18,1 - 21,1 km.h⁻¹ para RVAn-M e grupo RVAn-m, respectivamente.

Finalmente, para determinação da zona de intensidade entre 50-60%, os valores absolutos da velocidade foram entre 16,8 e 20,2 km.h⁻¹ e 15,1 e 18,1 km.h⁻¹ para o grupo RVAn-M e RVAn-m, respectivamente (Figura 8 e 9).

3.3.4 Análise estatística – estudo 3

Todos os dados são apresentados como média ± desvio padrão. A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk. As correlações de Pearson foram calculadas para as relações entre RVAn e MVS. O teste *t* de *Student* foi utilizado para comparar as variáveis entre os grupos. Para analisar a interação ao longo do tempo e condição, foi utilizada a ANOVA *two-way*. Para comparar a distância percorrida em cada zona de velocidade, a ANOVA *two-way* de modelo misto foi usada para grupos e zonas de velocidade para % MVA ou para % MVS (Figura 8). Além disso, a ANOVA *three-way* foi usada para comparar as variáveis entre os grupos, as zonas de velocidade e os tempos de jogo (Figura 9). O programa estatístico SPSS (versão 17.0 para Windows; SPSS, Inc., IL, Chicago, EUA) e o nível de significância de 5% foi utilizados para todas as análises.

4 RESULTADOS

4.1 Estudo 1: Efeitos do treinamento supramáximo

Respostas cardiovasculares e metabólicas durante as sessões de treinamento supramáximo. Os valores médios da frequência cardíaca (FC) obtidos durante uma sessão supramáxima de treinamento a 115% da MVA T-CAR e os valores médios de concentração de lactato ([La]) coletados imediatamente após cada treino durante seis sessões de treinamento estão ilustrados na Figura 2.

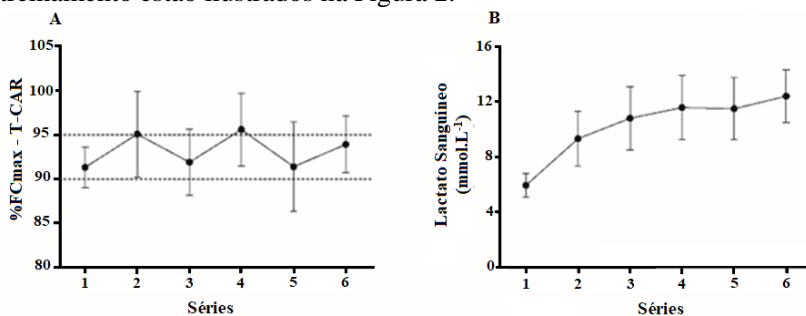


Figura 2. Resposta da frequência cardíaca (FC) (painel A) e concentração de lactato sanguíneo [La] (painel B) durante as séries de treinamento intervalado supramáximo realizado a 115% da MVA T-CAR.

Determinação do Lactato Mínimo a partir do Teste de *Wingate*

A aplicação do teste de *Wingate* no presente estudo transcorreu com o objetivo de induzir uma hiperlactatemia para determinação do lactato mínimo no teste incremental subsequente. Os valores observados a partir do teste de *Wingate* serão descritos aqui como caracterização do desempenho da amostra antes e pós o período de treinamento. A potência pico determinada neste teste para o grupo experimental foi de 979 ± 209 para $1284 \pm 194,8$ W antes e após o período de intervenção, respectivamente. Para o grupo controle foi de $1186,85 \pm 253,32$ para $1415,97 \pm 313,08$ W para pré e pós treinamento, respectivamente. Quanto a potência média os valores observados foram de $584,8 \pm 72,2$ para $611,3 \pm 69,6$ W antes e depois do período de intervenção, respectivamente e no grupo experimental foram de $694,72 \pm 110$ para $734,6 \pm 98,18$ W no grupo controle, para pré e pós treinamento, respectivamente. Referente ao índice de fadiga foram observados valores de $22,1 \pm 7,4$ e $31,0 \pm 6,4$ para o grupo

experimental e de $32,0 \pm 10$ para $35,3 \pm 11,1$ no grupo controle para pré e pós treinamento, respectivamente.

Comparações entre grupos pré período de treinamento

As diferenças entre os grupos no início do estudo para todos os resultados de desempenho físico foram classificadas como pouco claras (*efeito do tamanho* trivial e pequeno) (Tabela 2).

Comparações entre grupos pós período de treinamento

Os resultados da análise entre grupos estão ilustrados na Figura 4. Após o período de treinamento, houve uma provável redução na velocidade de *sprint* de 10 m (02/20/78%) na qual foi superior no grupo CON do que no grupo EXP. Comparado ao grupo CON, os ganhos na MVA T-CAR, VLM e VO_2 max foram muito prováveis (MVA T-CAR: $\Delta = + 3,44\%$; *efeito do tamanho*: 0,69 [90% IC: 0,32 a 1,07]; VLM: $\Delta = + 9,53\%$; *efeito do tamanho*: 1,18 [IC 90%: 0,32 a 2,04]) e provavelmente ($\Delta = + 4,90\%$; *efeito do tamanho*: 0,48 [IC 90%: 0,02 a 0,93]) superior no grupo EXP, respectivamente. Do período pré para o período pós treinamento, a RVAn foi provavelmente mais reduzida no grupo EXP em comparação ao grupo CON. Finalmente, não houve diferenças substanciais (efeitos pouco claros) para as mudanças nas velocidades de 30 m e de 20 m lançados entre os grupos CON e EXP.

Mudanças dentro dos grupos

Alterações na velocidade de *sprint* de 10 m foram provavelmente prejudiciais (00/10/90%; *efeito do tamanho*: -0,42 [90% IC: -0,71 a -0,12]) e pouco claro (05/55/40%; *efeito do tamanho*: -0,15 [90% IC: -0,50 a 0,21]) para os grupos CON e EXP, respectivamente. Para a velocidade de *sprint* de 30 m, mudanças triviais foram observadas em ambos os grupos após o período de treinamento. Pequenas melhoras na velocidade de 20 m lançados foram identificadas nos grupos CON (82/18/00%) e EXP (81/19/00%). Do período pré ao pós-treinamento, a MVA T-CAR provavelmente aumentou no grupo CON ($\Delta = + 2,09\%$; *efeito do tamanho*: 0,40 [IC 90%: 0,14 a 0,66]) e quase certamente aumentou no grupo EXP ($\Delta = + 5,49\%$; *efeito do tamanho*: 1,07 [IC 90%: 0,80 a 1,35]) (Figura 3).

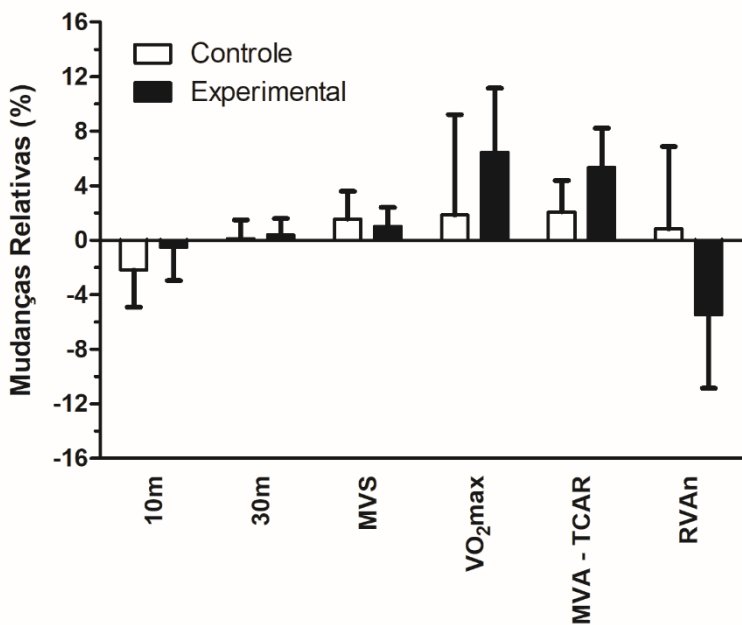


Figura 3. Representação das alterações relativas entre grupos.

Tabela 2. Estatísticas descritivas (média \pm DP) e mudanças (com 90% IC) para as medidas de desempenho antes e depois do período de treinamento em ambos os grupos (G_Exp e G_Con).

	Grupos	Pré Treinamento		Pós Treinamento		Magnitude Baseada em Inferência			Resultados
		Média \pm DP	Média \pm DP	Média \pm DP	% Mudança	ES (90%CI)	Chances (B/T/P)		
10-m (km·h ⁻¹)	G_Con (n = 10)	20,49 \pm 0,97	20,05 \pm 1,01	-2,16 (-3,70; -0,61)	-0,42 (-0,71; -0,12)	00/10/90%	Provável ↓		
	Exp_G (n = 13)	20,18 \pm 0,64	20,08 \pm 0,62	-0,50 (-1,69; 0,72)	-0,15 (-0,50; 0,21)	06/54/40%	Incerto		
30-m (km·h ⁻¹)	Con_G (n = 10)	25,69 \pm 0,99	25,73 \pm 1,07	0,13 (-0,65; 0,93)	0,04 (-0,15; 0,22)	07/91/02%	Pouco Provável		
	G_Exp (n = 13)	25,57 \pm 0,73	25,67 \pm 0,73	0,38 (-0,22; 0,99)	0,12 (-0,07; 0,32)	26/74/00%	Provavelmente ↑		
MVS (km·h ⁻¹)	G_Con (n = 10)	29,53 \pm 1,24	29,98 \pm 1,08	1,57 (0,39; 2,77)	0,34 (0,08; 0,60)	82/18/00%	Provável ↑		
	G_Exp (n = 13)	29,53 \pm 0,91	29,83 \pm 1,01	1,01 (0,32; 1,72)	0,31 (0,10; 0,53)	81/19/00%	Provável ↑		
VLM (km·h ⁻¹)	G_Con (n = 10)	11,83 \pm 0,41	12,17 \pm 0,41	2,82 (-0,77; 6,54)	0,69 (-0,19; 1,56)	84/11/05%	Provável ↑		
	G_Exp (n = 13)	11,60 \pm 0,70	12,70 \pm 0,67	9,53 (5,64; 13,58)	1,44 (0,88; 2,00)	100/00/00%	Quase Certo ↑		
VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	G_Con (n = 10)	54,12 \pm 4,84	55,09 \pm 4,41	1,88 (-2,38; 6,31)	0,18 (-0,26; 0,62)	47/46/07%	Incerto		
	G_Exp (n = 13)	55,92 \pm 5,75	59,55 \pm 4,79	6,67 (4,22; 9,18)	0,59 (0,38; 0,79)	100/00/00%	Quase Certo ↑		
MVA (km·h ⁻¹)	G_Con (n = 10)	16,77 \pm 0,79	17,12 \pm 0,74	2,10 (0,74; 3,48)	0,40 (0,14; 0,66)	91/09/00%	Provável ↑		
	G_Exp (n = 13)	16,87 \pm 0,81	17,80 \pm 0,81	5,50 (4,02; 7,01)	1,07 (0,80; 1,35)	100/00/00%	Quase Certo ↑		
RVAn (km·h ⁻¹)	G_Con (n = 10)	12,76 1,01	12,86 1,08	0,84 (-2,64; 4,43)	0,10 (-0,31; 0,50)	33/57/10%	Incerto		
	G_Exp (n = 13)	12,66 \pm 1,06	12,03 \pm 1,48	-5,32 (-7,81; -2,77)	-0,55 (-0,82; -0,29)	98/02/00%	Muito Provável ↑		

Legenda: DP = desvio padrão; IC = intervalo de confiança; B = chance de mudança benéfica; T = mudança trivial; P = chance mudança prejudicial; ↑ = representa aumento no desempenho; ↓ = representa decréscimo no desempenho; MVS = máxima velocidade de *spprint*; MVA; VLM = Velocidade do lactato mínimo; T-CAR = máxima velocidade aeróbia obtida no T-CAR; RVAn = reserva de velocidade anaeróbia.

As alterações na RVAn não foram claras e muito provavelmente reduzidas para os grupos CON e EXP, respectivamente. Após o período de treinamento, a VLM e o $VO_2\text{max}$ foram quase certamente (100/00/00%) aumentados no grupo EXP, enquanto a VLM provavelmente melhorou e o $VO_2\text{max}$ permaneceu inalterado no grupo CON.

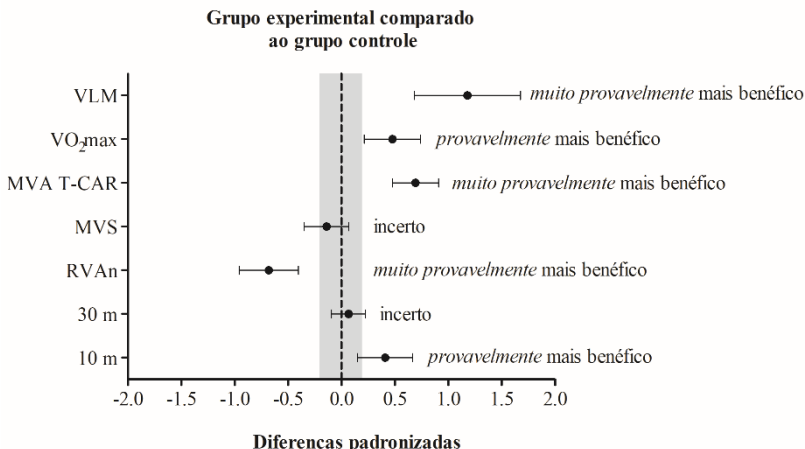


Figura 4. Diferenças padronizadas do exercício supramáximo baseado em corrida prescrita da MVA do teste T-CAR (grupo experimental: G_Exp) comparado ao treinamento regular e tradicional de futebol (grupo controle: G_Con) para melhorar a velocidade de 10 e 30 m, MVS = velocidade no teste 20m lançados, VLM = velocidade relativa ao lactato mínimo, $VO_2\text{max}$ = consumo máximo de oxigênio, MVA = máxima velocidade aeróbia a partir do teste T-CAR e RVAn = reserva de velocidade anaeróbia. Barras indicam incerteza nas mudanças médias verdadeiras (com limites de confiança de 90%). A área cinza representa a menor mudança observada.

Relação entre índices de desempenho físico dentro do grupo EXP

No início do estudo, a RVAn foi correlacionada com a MVA T-CAR ($r = -0,56$) e associada com a velocidade nos 20 m lançados ($r = 0,67$). As alterações na RVAn foram correlacionadas com os valores basais de RVAn ($r = 0,55$) e também com a velocidade de *sprint* nos 20 m lançados ($r = 0,57$). As mudanças na RVAn foram correlacionadas com melhorias na MVA T-CAR ($r = -0,72$) e correlacionadas com os ganhos na velocidade de 20 m do *sprint* ($r = 0,60$). Por fim, melhorias na MVA T-

CAR foram inversamente associadas ao desempenho da velocidade de 20 m do pré treinamento ($r = -0,69$).

4.2 Estudo 2: Comparação por posições a partir da RVAn

As medidas de desempenho para cada teste são apresentadas na Tabela 3. Todos os dados agrupados não apresentaram diferenças entre as posições para as variáveis RVAn, MVA T-CAR e MVS. No entanto, quando os dados foram estratificados (maior (M) *versus* menor (m)), diferenças significantes foram observadas dentro de cada posição de jogo e entre as posições de jogo, Tabela 4.

O grupo de defensores com MVS-M apresentou uma RVAn 17,4% superior em relação aos defensores com MVS-m ($P = 0,019$), enquanto o grupo de meio-campistas com MVS-M mostrou uma RVAn com valores mais altos (13,4%) do que o grupo com MVS-m ($P < 0,001$). Já o grupo de atacantes com MVS-M apresentou uma RVAn 17,4% maior em comparação com atacantes com MVS-m ($P < 0,001$).

Para a comparação dentro da posição de jogo, o grupo MVS-M demonstrou em todas as posições valores maiores para a medida MVS em comparação com o grupo MVS-m ($P < 0,001$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada para a MVA T-CAR quando analisada a posição de jogo.

Para as comparações da RVAn entre as posições de jogo, o grupo de defensores com MVS-M não apresentou diferenças em comparação aos meio-campistas (MVS-M), porém o grupo de defensores com MVS-M foi 15,2% maior que o grupo de meio-campistas MVS-m ($P < 0,001$). Não foram encontradas diferenças entre defensores e atacantes com MVS-M. Referente as comparações entre os defensores com MVS-M e os atacantes MVS-m não foi encontrada diferença estatisticamente significante apesar da diferença percentual entre os grupos ser de 17,4% ($P = 0,054$). Além disso, uma diferença de 15,6% foi encontrada para o grupo de meio-campistas MVS-M em comparação aos defensores MVS-m. A mesma diferença foi encontrada entre os meio-campistas com MVS-M e atacantes com MVS-m ($P < 0,001$). No entanto, não foram encontradas diferenças entre os meio-campistas e os atacantes com a MVS-M.

Em relação a MVS, para a comparações entre as posições de jogo, o grupo de defensores com MVS-M demonstrou superior MVS em comparação aos grupos de meio-campistas e atacantes com MVS-m (7,4% e 7,3%, respectivamente).

TABELA 3. Dados descritivos do desempenho em *sprints* e valores de MVS, MVA e RVAn entre posições

<i>Dados</i>	Defensores (<i>n</i> =46)	Meio-campistas (<i>n</i> =45)	Atacantes (<i>n</i> =29)
<i>agrupados</i>			
30 m (s)	4,093 ± 0,1	4,090 ± 0,3	4,084 ± 0,1
20 m (s)	1,700 ± 0,1	1,775 ± 0,4	1,679 ± 0,1
10 m (s)	2,391 ± 0,2	2,422 ± 0,1	2,408 ± 0,1
MVS (km.h⁻¹)	30,1 ± 1,1	29,8 ± 1,0	29,9 ± 1,1
MVA (km.h⁻¹)	17,5 ± 0,9	17,4 ± 0,9	17,4 ± 1,1
RVAn (km.h⁻¹)	12,7 ± 1,4	12,4 ± 1,3	12,6 ± 1,5

Legenda: MVS = máxima velocidade de *sprint*; MVA = máxima velocidade aeróbia; RVAn = reserva de velocidade anaeróbia.

TABELA 4: Diferenças de posição dentro de jogo, diferenças entre posições considerando os jogadores mais rápidos vs. mais lentos em MVS, MVA e RVAn e diferenças de posição entre partidas em MVS, MVA e RVAn.

MVA ^{referência}	Defensores			Meio-campistas			Atacantes		
	MVS-M (n=18)	MVS-m (n=15)	MVS-M (n=17)	MVS-M (n=17)	MVS-m (n=15)	MVS-M (n=12)	MVS-M (n=12)	MVS-m (n=10)	
MVS (km.h ⁻¹)	31,2±0,4 ^{aA}	28,9±0,6	30,7 ± 0,5 ^{Aa}	28,7 ± 0,6	30,8 ± 0,6 ^{aA}	30,8 ± 0,6 ^{aA}	28,8 ± 0,6		
MVA (km.h ⁻¹)	17,3±0,8	17,6±0,9	17,2 ± 0,9	17,0 ± 0,9	17,0 ± 0,9	17,0 ± 0,9	17,4 ± 1,2		
RVAn (km.h ⁻¹)	13,8±0,8 ^{aA}	11,4±0,8	13,5 ± 1,0 ^{aA}	11,7 ± 1,1	13,8 ± 0,6 ^{aA}	13,8 ± 0,6 ^{aA}	11,4 ± 1,2 ^A		
MVS ^{referência}	Defensores			Meio-campistas			Atacantes		
	MVA-M (n=16)	MVA-m (n=17)	MVA-M (n=18)	MVA-M (n=18)	MVA-m (n=15)	MVA-M (n=12)	MVA-M (n=10)		
MVA (km.h ⁻¹)	18,5±0,5 ^{aA}	16,5±0,3	18,3 ± 0,5 ^{aA}	16,5 ± 0,4	18,4 ± 0,9 ^{aA}	16,3 ± 0,3			
MVS (km.h ⁻¹)	30,3 ± 1,0	29,9±1,2	30,0 ± 0,9	29,7 ± 1,2	30,2 ± 0,6	29,6 ± 0,6			
RVAn (km.h ⁻¹)	11,9±1,1	13,4±1,3	11,7 ± 1,1	13,2 ± 1,2	11,8 ± 0,6	13,4 ± 1,2			

Legenda: MVS = máxima velocidade de *sprint*; MVA = máxima velocidade aeróbia; RVAn = reserva anaeróbia de velocidade.

^ap < 0,05 em relação a MVA, MVS e RVAn dentro da mesma posição; ^Ap < 0,05 em relação a MVS-m, RVAn-m, MVA-m entre cada posição.

No entanto, não foram observadas diferenças entre os grupos de defensores com MVS-M e os meio-campistas com MVS-M, e entre os defensores com MVS-M e atacantes MVS-M. Foi encontrada uma diferença significativa entre os meio-campistas de MVS-M e os defensores de MVS-m (5,9%) e entre os meio-campistas de MVS-M e os atacantes de MVS-m (6,2%). Por outro lado, não foram observadas diferenças entre os meio-campistas e os atacantes com a MVS-M.

O grupo de atacantes com MVS-M apresentou uma MVS superior em comparação aos defensores e meio-campistas com ao MVS-m (6,2%, $P < 0,001$ e 6,8%, $P < 0,001$, respectivamente). Finalmente, a MVA T-CAR não apresentou diferenças entre as posições.

Comparação entre o grupo de MVS-M e MVS-m

A Figura 5A mostra uma diferença significativa entre os grupos MVS-M vs. MVS-m para MVS ($P = 0,032$) e RVAn ($P < 0,001$), no entanto, não houve diferença para a MVA entre ambos os grupos.

Comparação entre o grupo de MVA- M e MVA-m

A Figura 5B mostra uma diferença significativa entre os grupos, MVA-M vs. MVA-m para MVA ($P < 0,001$) e RVAn ($P < 0,001$), no entanto, não foi encontrada nenhuma diferença para MVS entre os grupos.

Relação entre as velocidades de corrida

A Figura 6A mostra as relações entre a RVAn e a MVS ($r = 0,72$; $p < 0,0001$), e a Figura 6B mostra a relação entre a RVAn e a MVA ($r = -0,63$; $p < 0,0001$). Na Figura 2 C, não houve relação entre MVA e MVS ($r = 0,07$; $p = 0,406$).

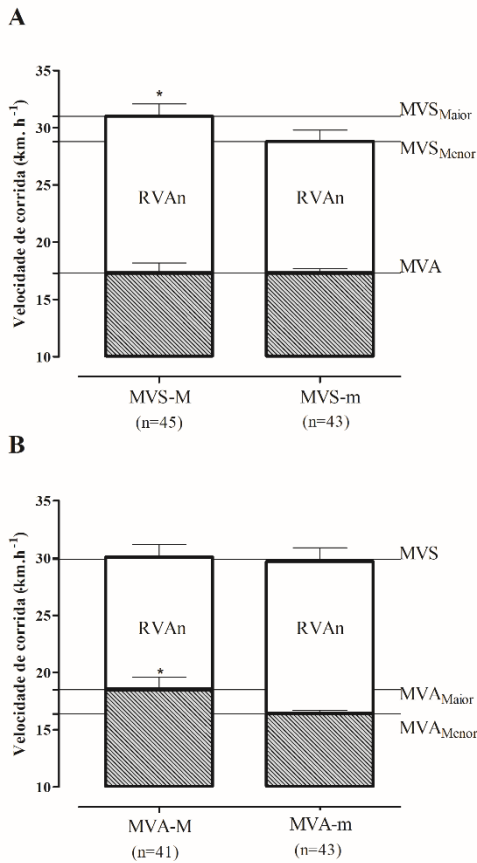


Figure 5. perfil de velocidade de corrida (MVA e MVS) para jogadores de maior e menor velocidade. Paineil A: Jogadores com mesma MVA; Paineil B: Jogadores com mesma MVS.

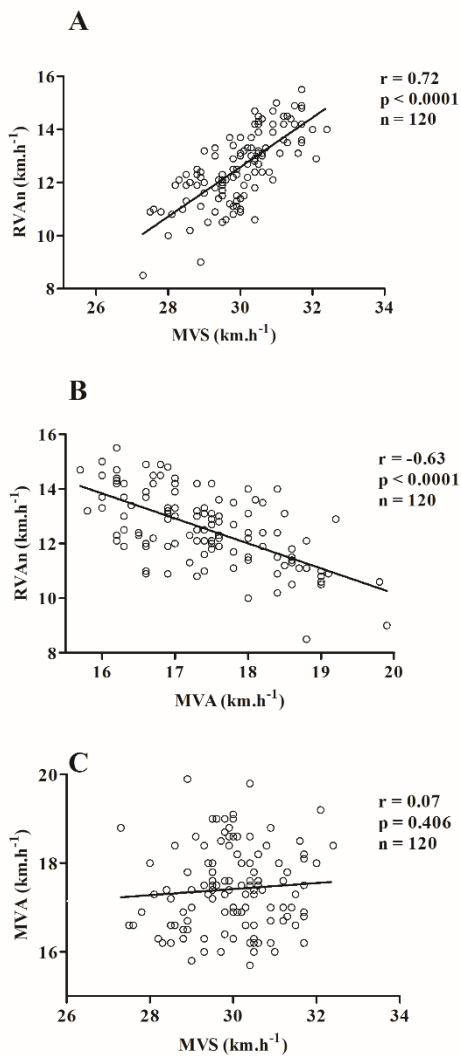


Figure 6. Relação entre (A) RVAn e MVS, (B) RVAn e MVA. (C) MVA e MVS.

4.3 Estudo 3: Desempenho de jogo baseado na RVAn

Os valores descritivos do desempenho que caracteriza os grupos como RVAn-M e RVAn-m são apresentados na Tabela 5. Além disso, foi encontrada uma alta correlação entre a MVS e a RVAn ($r = 0,87$, $p = 0,001$). Considerando o desempenho de jogo completo, a distância total (DT) percorrida acima da MVA ($> MVA$), apresentada no grupo RVAn-M foi 20,7% ($p = 0,02$) superior ao grupo RVAn-m e o número de *sprints* para o grupo de RVAn-M foi 10,4% maior em comparação aos jogadores do grupo RVAn-m ($p = 0,02$).

Uma significativa interação foi observada entre cada tempo de jogo para a velocidade média relativa a MVS ($F = 6,08$; $p = 0,01$) e para a DT percorrida acima de 50% da MVS. Além disso, durante a partida uma diferença significativa para o grupo com RVAn-m ($p = 0,017$) revelou um dispêndio de 7,5% maior velocidade média relativa a MVS em comparação aos jogadores do grupo com RVAn-M, independentemente de cada tempo de jogo.

Sobre as diferenças entre cada tempo de jogo, houve um decréscimo significativo na DT acima da MVA entre o 1º e o 2º tempo para RVAn-m ($p < 0,001$), porém não houve diferenças entre cada tempo de jogo para RVAn-M ($p = 0,63$).

Para a DT acima dos 50% da MVS houve interação ($F = 15,47$; $p = 0,001$), com diferença significativa entre os grupos (RVAn-M vs. RVAn-m; $p = 0,018$). No grupo RVAn-m as diferenças foram encontradas ($p = 0,001$), a partir da redução no segundo tempo de jogo. Porém para o grupo RVAn-M não foi encontrada diferença ($p = 0,71$).

Para a DT percorrida em *sprints* não houve interação significativa ($F = 3,90$; $p = 0,56$), e nenhuma diferença entre os grupos foi encontrada (RVAn-M vs. RVAn-m; $p = 0,98$). Por outro lado, houve decréscimo significativo no segundo tempo em ambos os grupos (RVAn-M e RVAn-m, $p = 0,002$ e $p < 0,001$, respectivamente), em comparação com o primeiro tempo. As Figuras 7 A e B, mostram as comparações entre os grupos, para a distância percorrida em diferentes zonas de velocidade em relação a percentuais da MVA e MVS: %MVA (A) e %MVS (B). Enquanto as Figuras 8 e 9, demonstram a mesma comparação em relação ao 1º e 2º tempo de jogo.

Tabela 5. Descrição do desempenho de jogo completo e entre 1º e 2º tempo para os grupos RVAn Maior e Menor

	RVAn Maior		RVAn menor	
	1º Tempo	2º Tempo	1º Tempo	2º Tempo
MVS (km.h ⁻¹)	4664,5 ± 405,5 ^a	4359,5 ± 392,3	9024,1 ± 723,5	4795,2 ± 536,3 ^a
MVA (km.h ⁻¹)	90,4 ± 7,9 ^a	87,1 ± 6,4	88,7 ± 6,9	97,2 ± 7,2 ^a
RVAn (km.h ⁻¹)	16,0 ± 6,3 ^b	15,6 ± 4,2 ^c	31,7 ± 9,8 ^a	13,5 ± 4,9 ^a
DT (m)	36,0 ± 8,6 ^a	28,7 ± 7,5	64,6 ± 15,4	37,1 ± 7,8 ^a
DR (m/min)	20,3 ± 5,6 ^a	16,0 ± 4,5	36,3 ± 9,4	20,0 ± 6,9 ^a
Sprints (n)	282,6 ± 110,1	283,9 ± 94,6 ^c	566,5 ± 187,6 ^a	217,4 ± 92,4 ^a
Accl (n)	17,3 ± 1,8 ^b	17,7 ± 2,1 ^c	17,5 ± 1,7 ^a	16,0 ± 1,8
Desacel. (n)	31,9 ± 1,9 ^b	31,4 ± 1,3 ^c	31,7 ± 1,3 ^a	29,4 ± 1,5
Σ sprints (m)	89,4 ± 4,5	88,1 ± 4,2	88,8 ± 3,9 ^a	93,0 ± 3,9 ^a
VP (%MVS)	24,3 ± 0,8 ^b	24,1 ± 0,5 ^c	24,2 ± 0,5 ^a	23,7 ± 0,5
VM (km.h ⁻¹)	72,6 ± 2,7 ^b	71,9 ± 2,2 ^c	72,3 ± 2,1 ^a	78,6 ± 2,4
D > MVA (m)	493,6 ± 156,8	483,2 ± 110,5 ^c	976,8 ± 250,5 ^a	431,2 ± 146,2 ^a
D > MVA (%)	10,5 ± 3,1 ^a	11,2 ± 2,3 ^c	10,8 ± 2,6 ^a	8,9 ± 2,7 ^a
D > 50% ^o MVS (m)	573,2 ± 165,0 ^b	582,7 ± 167,8	1155,9 ± 318,0 ^a	781,8 ± 208,4 ^a
D > 50% ^o MVS (%)	12,3 ± 3,4 ^a	13,4 ± 3,4	12,8 ± 3,3 ^a	16,1 ± 3,1 ^a
Jogo Completo	9029,6 ± 821,5	4234,4 ± 382,2	89,1 ± 7,3	15,6 ± 1,7
Jogo Completo	93,2 ± 7,0	11,1 ± 3,1	24,6 ± 7,6	15,6 ± 1,7
Jogo Completo	63,7 ± 11,4	13,1 ± 4,0	33,1 ± 10,5	15,6 ± 1,7
Jogo Completo	397,4 ± 151,0	180,0 ± 66,8	15,3 ± 2,8	15,6 ± 1,7
Jogo Completo	29,1 ± 1,5	28,8 ± 1,9	29,1 ± 1,5	28,8 ± 1,9
Jogo Completo	91,8 ± 4,1	90,6 ± 5,7	91,8 ± 4,1	90,6 ± 5,7
Jogo Completo	23,6 ± 0,5	23,5 ± 0,7	23,6 ± 0,5	23,5 ± 0,7
Jogo Completo	78,2 ± 2,4	77,9 ± 2,9	78,2 ± 2,4	77,9 ± 2,9
Jogo Completo	774,7 ± 230,7	343,6 ± 92,1	8,2 ± 2,3	8,2 ± 2,3
Jogo Completo	8,5 ± 2,4	8,2 ± 2,3	8,5 ± 2,4	8,2 ± 2,3
Jogo Completo	1428,5 ± 342,8	646,7 ± 151,0	1428,5 ± 342,8	646,7 ± 151,0
Jogo Completo	15,6 ± 2,9	15,2 ± 3,0	15,6 ± 2,9	15,2 ± 3,0

Legenda: Dados apresentados como médias ± desvio padrão, P<0,05. MVS = máxima velocidade de *sprint*, MVA = máxima velocidade aeróbia, RVAn = reserva de velocidade anaeróbia, DT = distância total, DR = distância relativa, Accl = acelerações, Desacel = desacelerações, Σ sprints = somatório das distâncias percorridas em *sprints*, D *sprints* = distância dos *sprints*, VP = velocidade pico de jogo, VP _{FMMS} = velocidade pico de jogo relativa a máxima velocidade de *sprint*, VM = velocidade média do jogo, VM _{FMMS} = velocidade média relativa a máxima velocidade de *sprint*, D > MAS = distância acima da MVA, D > 50%^oMVS = distância percorrida acima de 50% da MVS.
^ap < 0,05 em relação ao jogo completo do grupo RVAn Menor, ^bp < 0,05 em relação ao 1º Tempo no grupo RVAn Menor, ^cp < 0,05 em relação ao 2º Tempo do grupo RVAn Menor.

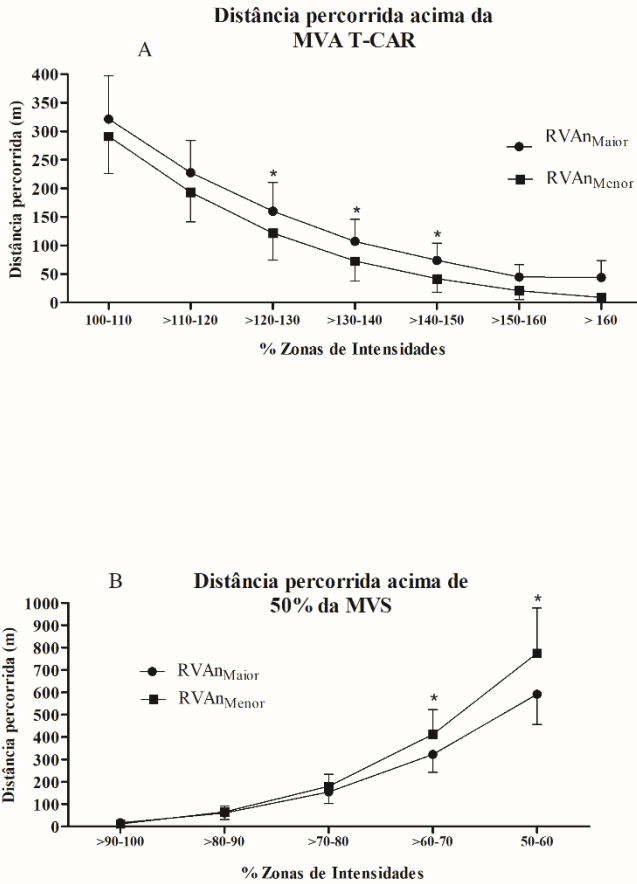


Figure 7. A) distância percorrida em zonas de intensidade relativa a MVA e B) distância percorrida em zonas de intensidade relativa a MVS. * = indica diferença significativa ($p < 0,05$) na zona de intensidade.

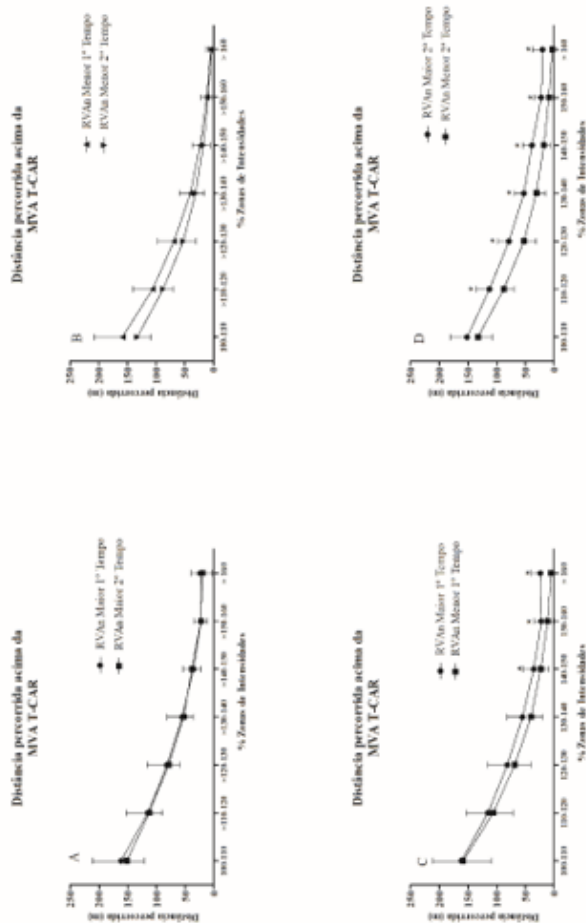


Figura 8. Distância percorrida entre 1º Tempo e 2º Tempo de jogo (A e B) e comparação entre grupos 1º vs| 1º e 2º vs 2º Tempos (C e D) para a intensidade relativas a MVA. * = indica significante diferença ($p < 0.05$) na zona de intensidade.

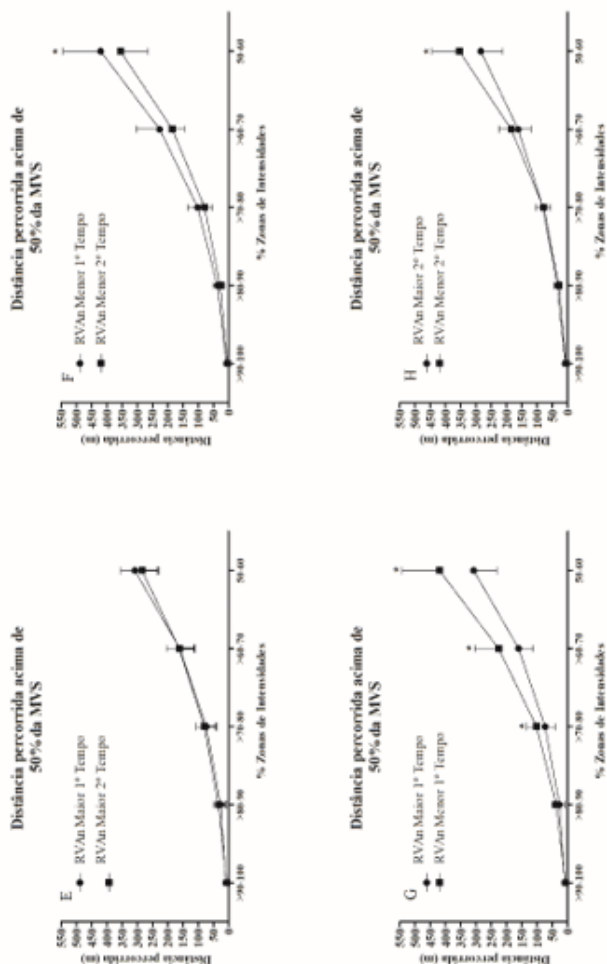


Figura 9. Distância percorrida entre 1º Tempo e 2º Tempo de jogo (E e F) e comparação entre grupos 1º vs 1º e 2º v 2º Tempos (G e H) para a intensidade relativas a MVS. * = indica significante diferença ($p < 0.05$) na zona de intensidade.

5 DISCUSSÃO

5.1 Estudo 1: Efeitos do treinamento supramáximo

O objetivo do estudo 1 foi verificar se a incorporação de sessões de treinamento intervalado supramáximo baseados no teste T-CAR, pode ser utilizado como um instrumento eficaz no desenvolvimento de adaptações fisiológicas superiores ao treinamento tradicional de pré-temporada em equipes de futebol. Os principais achados deste estudo confirmaram nossa hipótese inicial. Alternar sessões de contexto técnico-táticos de baixa intensidade e exercícios supramáximos de corrida prescritos a partir do modelo vai-e-vem do T-CAR é uma estratégia de treinamento eficiente para induzir maiores adaptações gerais e em parâmetros de aptidão aeróbia específicos do futebol. Além disso, 8 semanas de treinamento com base no T-CAR evitaram decréscimos significantes nas capacidades de *sprint* (por exemplo, velocidade de aceleração de 10 m) em comparação com o grupo controle (treinamento de futebol tradicional).

Em um estudo anterior, Da Silva et al. (2015) compararam os efeitos de dois modelos de treinamento intervalado máximo prescritos a partir deste mesmo teste sobre o desempenho da corrida aeróbia em jogadores de futebol. No entanto, uma importante limitação daquele estudo foi a falta de um grupo controle, como mencionado pelos autores, especialmente porque não foi possível garantir que as mudanças nos parâmetros de aptidão aeróbia fossem apenas atingidas pelo treinamento aplicado. Para superar essa limitação, o presente estudo incluiu um grupo controle com jogadores mantendo seu treinamento tradicional regular de futebol. Nossos achados acrescentam mais informações à literatura mostrando a eficiência de um programa de treinamento intervalado supramáximo para induzir melhora importante nos principais parâmetros de aptidão aeróbia durante o período de pré-temporada.

O protocolo de treinamento experimental aplicado em nosso estudo determinou um elevado estresse cardiovascular e metabólico nos jogadores, conforme observado pelas respostas agudas (Figura 2). Os valores médios da frequência cardíaca (FC) ao longo das 6 séries do protocolo de treinamento variaram entre 91% a 95% da FC máxima individual. Esses valores estão dentro da zona de intensidade de treinamento considerada ideal para fornecer um alto estímulo cardiovascular e resultar em um desempenho físico otimizado (HELGERUD et al., 2001).

Houve também um aumento progressivo na concentração de lactato sanguíneo ([La]) ao longo das 6 séries do protocolo de treinamento. Os jogadores iniciaram o treinamento com [La] entre 5 e 6 mmol.L⁻¹ e terminaram acumulando valores entre 12 e 13 mmol.L⁻¹. De acordo com a classificação proposta por Buchheit e Laursen (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013), a [La] encontrada em nosso protocolo de treinamento variou de valores moderados (> 6 mmol.L⁻¹) a muito alto (≥ 14 mmol.L⁻¹). Esses valores destacam a contribuição da energia glicolítica anaeróbia durante as sessões supramáximas baseado em corrida prescrita pelo T-CAR, implementada nos presente estudo.

A capacidade de realizar múltiplos esforços intermitentes de alta intensidade combinados com curtos períodos de recuperação tem sido uma qualidade física considerada crucial para o desempenho do futebol (BUCHHEIT et al., 2013; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA, 2013; KRUSTRUP et al., 2003). Em um estudo correlacional e transversal, Buchheit et al. (2013) mostraram que, em ordem de importância, a MVA e a MVS foram os principais preditores da capacidade de realizar esforços de corrida intermitentes supramáximos. Assim, os autores recomendaram que os profissionais de futebol devem primeiro considerar a estratégia de treinamento que visa melhorar a MVA.

No presente estudo, mostramos aumento quase certamente benéficos (100/00/00%) na MVA após o treinamento intervalado supramáximo de 8 semanas (grupo experimental), enquanto um provável aumento benéfico (91/09/00%) foi encontrado na MVA nos jogadores que realizaram o treinamento tradicional de futebol de pré-temporada (grupo controle). As mudanças na MVA não foram correlacionadas com ganhos no VO₂max no grupo experimental deste estudo.

Por outro lado, em recente estudo com jovens jogadores de basquete, Delextrat et al. (2018) mostraram que um aumento na velocidade final do teste 30-15 IFT estavam relacionadas a uma melhor capacidade respiratória do músculo após corrida de *sprints*. Destaca-se que uma taxa de reoxigenação muscular mais rápida na recuperação de exercícios intensos, provavelmente indica uma melhor função aeróbia muscular. Esta é uma importante adaptação periférica que suporta as melhorias na capacidade de realizar esforços intermitentes de alta intensidade (DELEXTRAT et al., 2018).

A magnitude da mudança na MVA para o grupo experimental em nosso estudo é comparável àquelas relatadas em outros estudos de intervenção que examinam a eficácia de diferentes regimes de treinamento intervalado (DA SILVA et al., 2015; BUCHHEIT et al.,

2008; FERRARI BRAVO et al., 2008). Estudos anteriores mostraram consistentemente que a MVA obtida pelo T-CAR é um parâmetro confiável e útil para estimar a MVA em jogadores de futebol e futsal durante condições de campo (DA SILVA et al., 2011; TEIXEIRA et al., 2014, DITTRICH et al., 2011). Recentemente, tem sido demonstrado que jogadores de futebol de 14 anos com melhor desempenho no T-CAR são capazes de realizar uma maior quantidade de atividades de alta intensidade durante jogos amistosos, independentemente da idade, maturidade e variações associadas ao tamanho corporal (FERNANDES-DA-SILVA et al., 2016).

Além disso, dado que as pequenas melhorias na MVS (*sprint* de 20 m lançado) após a fase de pré-temporada foram semelhantes entre os dois grupos, os ganhos superiores no MVA no grupo experimental também resultaram em uma diminuição na reserva de velocidade anaeróbia (RVAn). Do ponto de vista fisiológico, isso significa que esses jogadores provavelmente usarão uma proporção menor de sua reserva de trabalho anaeróbio e, por sua vez, uma menor dependência do processo anaeróbio para fornecer energia, aumentando a tolerância ao exercício dos jogadores (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Dentro de uma perspectiva de jogo, uma maior tolerância ao exercício representa uma maior capacidade de repetir e manter múltiplos esforços intermitentes de corrida de alta intensidade durante uma partida de futebol competitiva (BUCHHEIT et al., 2013). Curiosamente, no presente estudo, foi demonstrado que a velocidade de 10 m foi preservada no grupo experimental, mas provavelmente se deteriorou no grupo controle após o período de treinamento de pré-temporada.

Enquanto os esforços supramáximos intermitentes executados durante nosso protocolo de treinamento experimental podem ter ajudado a preservar a capacidade dos jogadores em acelerar a distâncias curtas, sabe-se que o elevado volume de exercícios técnico-táticos, semelhante ao realizado pelo grupo controle, implica em alta demanda aeróbia e menor demanda neuromuscular, o que pode resultar em um decréscimo das capacidades relacionadas à velocidade da potência durante a fase de pré-temporada em esportes coletivos (NAKAMURA et al., 2016; ARCOS et al., 2015).

Nosso achado também indicou que ganhos no $VO_2\text{max}$ (+ 4,90%) e VLM (+ 6,53%) foram, *provavelmente e muito provavelmente* maiores no grupo experimental que no grupo controle após o período de intervenção do treinamento (Figura 4). As melhorias observadas no $VO_2\text{max}$ podem ser atribuídas às várias modificações nos sistemas neuromusculares, metabólicos, cardiovasculares, respiratórios e

endócrinos (JONES; CARTER, 2000). As melhorias para o grupo experimental deste estudo foram semelhantes às relatadas em atletas profissionais de futebol grego de elite após o período de treinamento de pré-temporada (KALAPOTHARAKOS et al., 2011).

De modo interessante, neste estudo realizado por Kalapotharakos et al. (2011), o conteúdo do treinamento envolveu estratégias de treinamento pliométrico e de velocidade, diferente do realizado pelo grupo controle no presente estudo, que se baseou principalmente em atividades técnico-táticas. Em outro estudo, Helgerud et al. (2001) também encontraram aumentos no $VO_2\text{max}$ no grupo experimental após 8 semanas de treinamento intervalado, enquanto nenhuma outra alteração foi encontrada no grupo controle. Isso sugere que o treinamento de futebol tradicional de pré-temporada pode fornecer um estímulo insuficiente para aumentar o $VO_2\text{max}$ em jogadores de futebol bem treinados durante a fase de pré-temporada.

Em oposição aos nossos achados, Da Silva et al. (2015) não mostraram ganhos substanciais no $VO_2\text{max}$ após 5 semanas de treinamento intervalado a 100% MVA T-CAR. McGinley e Bishop (2016) também mostraram que o $VO_2\text{max}$ não mudou após 4 semanas de dois modelos diferentes de treinamento intervalado. Com base nos achados destes dois últimos estudos, parece lógico sugerir que o menor período de treinamento, causado pela curta duração do programa de treinamento (<4-6 semanas), possa ser visto como um fator limitante à resposta adaptativa do $VO_2\text{max}$ em atletas de esportes de equipe bem treinados. Por exemplo, no presente estudo, os jogadores realizaram um total de 20 sessões de treinamento, enquanto nos estudos anteriores os atletas completaram apenas entre 10-12 sessões de treinamento (DA SILVA et al. 2015; MCGINLEY; BISHOP, 2016).

Considerando que equipes Sub-19 são uma das últimas categorias competitivas antes de chegar às equipes profissionais, é importante implementar programas de treinamento de longo prazo e bem desenhados para que os jovens atletas possam sustentar a demanda do futebol em nível profissional. Embora o $VO_2\text{max}$ não tenha sido um parâmetro fisiológico diretamente associado ao desempenho de corrida (REBELO et al., 2014), uma alta aptidão aeróbia geral e específica para o futebol deve ser priorizada com o objetivo de aumentar a capacidade dos jogadores em lidar com as altas cargas de trabalho em treinos intensificados, como no período de pré-temporada (MILANEZ et al., 2011; MILOSKI et al., 2014).

Em relação as melhorias na VLM após 8 semanas, os valores encontrados no grupo controle do nosso estudo foram iguais aos descritos

por Silva et al. (2007). Esses autores observaram aumentos de 3,3% após 8 semanas de treinamento no período de pré-temporada de uma equipe profissional de futebol. Assim como a velocidade relativa ao lactato mínimo que aumentou de $14,94 \pm 0,21 \text{ km.h}^{-1}$ para $15,44 \pm 0,42 \text{ km.h}^{-1}$, as concentrações de lactato também aumentaram de modo significativo de $5,11 \pm 2,31 \text{ mM}$ para $6,93 \pm 1,33 \text{ mM}$.

Outros autores demonstraram aumentos similares na VLM em comparação aos valores observados no grupo experimental do nosso estudo (8,7%). Após acompanhar 8 semanas de treinamento, Campos et al., (2016), não encontraram diferenças significativas (7,6%) na VLM ($10,9 \pm 0,8 \text{ km.h}^{-1}$ para $11,8 \pm 0,7 \text{ km.h}^{-1}$, respectivamente) em atletas de futebol profissionais. Por outro lado, Miranda et al. (2013) após monitorarem 10 semanas de treinamento de uma equipe de futebol Sub-17, observaram adaptações significativas na velocidade relativa ao LM de 11,4% ($9,93 \pm 0,51 \text{ km.h}^{-1}$ para $11,21 \pm 0,60 \text{ km.h}^{-1}$).

Em relação as concentrações de lactato para estas velocidades, não foram observadas alterações significantes antes e após o treinamento ($4,72 \pm 0,94 \text{ mM}$ para $4,79 \pm 0,76 \text{ mM}$, respectivamente) (MIRANDA et al., 2013). Considerando que o lactato mínimo (LM) foi proposto para identificar a intensidade máxima individual na qual o equilíbrio entre a taxa de produção e remoção de lactato sanguíneo podem ser observadas (TEGTBUR et al., 1993; DANTAS DE LUCAS et al., 2003), as adaptações obtidas no presente estudo demonstram que o protocolo de treinamento supramáximo foi eficaz para o desenvolvimento de adaptações na capacidade aeróbia, especialmente no grupo experimental.

Algumas limitações no presente estudo devem ser reconhecidas. As principais limitações estão relacionadas ao pequeno tamanho da amostra e a falta de controle da carga de treinamento e das partidas realizadas durante o período de pré-temporada. No entanto, vale ressaltar que estudos prévios com foco no mesmo tipo de intervenção de treinamento utilizaram tamanhos amostrais semelhantes (DA SILVA et al., 2015; BUCHHEIT et al., 2008; FERRARI BRAVO et al., 2008).

Finalmente, a ausência de dados de treinamento e carga de jogos não permitiu verificar se ambos os grupos (experimental vs. controle) acumulavam a mesma carga de trabalho durante todo o período de pré-temporada. No entanto, as adaptações induzidas pelo treinamento observadas durante o período de intervenção corroboram com a suposição de que os maiores ganhos no desempenho podem ser atribuídos ao programa de condicionamento adicional (baseado na MVA T-CAR), e não apenas ao treinamento de futebol.

5.2 Estudo 2: Comparação por posições a partir da RVAn

O principal objetivo do estudo 2 foi comparar a magnitude da RVAn entre e dentro das posições de jogo com base nos jogadores com similar aptidão aerobia e aqueles com similar velocidade máxima em *sprint*. Os achados deste estudo permitem a identificação de diferenças na magnitude da RVAn, ao comparar os jogadores mais rápidos e mais lentos, a partir de suas MVS.

Os principais achados do presente estudo em relação à RVAn foi que as diferenças dentro de cada posição de jogo e entre as posições de jogo foram encontradas apenas quando a referência estava relacionada a jogadores com uma MVA similar. No entanto, nenhuma diferença foi encontrada quando uma MVS semelhante foi definida como referência. Até onde sabemos, esta é a primeira vez que essa comparação é feita em um grande grupo de jogadores de futebol (n=120).

Independentemente das posições de jogo, a RVAn foi maior para o grupo de jogadores mais rápidos (ou seja, maior MVS) do que os mais lentos. Por exemplo, os valores da RVAn em torno de 13,5-13,8 km.h⁻¹ foram observados para defensores, meio-campistas e atacantes com maiores velocidades de *sprint*, enquanto valores em torno de 11,4-11,7 km.h⁻¹ foram detectados para as respectivas posições mais lentas. O objetivo de estratificar os jogadores dentro da mesma posição de jogo foi analisar se os estratos superior e inferior eram os mesmos entre as posições.

Na literatura, os atacantes têm sido mostrados serem mais rápidos que defensores ou meio-campistas (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; SPORIS et al., 2009; BOONE et al., 2012). No presente estudo, os atacantes com MVS-M não demonstraram diferenças em relação aos defensores ou meio-campistas com MVS-M. Por outro lado, diferenças significantes (cerca de 6%) foram encontradas entre todas as posições com MVS-M e MVS-m (Tabela 4). Sob uma perspectiva prática, a RVAn pode ser uma medida importante para a seleção de jogadores ao considerar estratégias específicas para uma equipe.

Ao considerar jogadores com diferentes perfis de velocidade de corrida (dentro da mesma posição de jogo), aqueles que exibem melhores desempenhos em intensidades supramáximas podem ser preferíveis no cumprimento de funções táticas do jogo ou mesmo de acordo com o nível e demandas físicas de competições específicas. Esta aplicação prática está de acordo com as comparações por idade entre diferentes categorias de jovens demonstradas por Buchheit e Mendez-Villanueva. (2013) em jogadores de futebol altamente treinados. Os autores avaliaram o

desempenho de corrida intermitente supramáxima em relação à idade e perfis de corrida e mostraram que para um MVA similar (16,2 km.h⁻¹ e 16,7 km.h⁻¹ para Sub-16 e Sub-18), uma maior RVAn (15 km.h⁻¹) foi encontrado para os atletas Sub-18 em comparação com os atletas Sub-16 (cerca de 13 km.h⁻¹).

Da mesma forma, Mendez-Villanueva et al. (2013) identificaram diferenças para RVAn entre várias categorias, como 10,9 km.h⁻¹ para jogadores Sub-13, 11,7 km.h⁻¹ para Sub-14, 12,9 km.h⁻¹ para Sub-15, 12,7 km. h⁻¹ para Sub-16, 14,3 km.h⁻¹ para Sub-17 e 14,7 km.h⁻¹ para Sub-18. Deste modo, podemos observar que os valores encontrados na categoria Sub-18 no estudo acima citado são semelhantes aos valores descritos no presente estudo, especialmente porque ainda existe similaridade entre a MVA.

Nesta perspectiva, Selmi et al. (2017) demonstraram uma grande magnitude na RVAn em três diferentes contextos do estado de maturação com base no pico de velocidade de crescimento em estatura (PVE). Estes autores encontraram valores de RVAn de 16 km.h⁻¹ para o grupo pré-PVE; 19 km.h⁻¹ para o grupo intermediário entre-PVE e 22 km.h⁻¹ para o grupo pós-PVE em jogadores de futebol Sub-14. Provavelmente devido ao *status* maturacional que pode influenciar o desempenho aeróbio e anaeróbio de jovens jogadores de futebol Sub-14, uma RVAn mais alta para os três níveis de maturação encontrados neste estudo, comparado ao nosso estudo, permite maior magnitude de RVAn entre os jovens. Isso deve ser visto com cautela quando comparado a atletas adultos. Além disso, a MVA foi estimada por um teste incremental de corrida de 20 metros, o que provavelmente subestimou a MVA real e superestimou a RVAn.

Desta forma, é importante destacar que a RVAn é dependente do protocolo utilizado para a determinação da MVA e MVS (BOULLOSA, 2014). Assim, qualquer comparação da magnitude da RVAn entre estudos pode apresentar algumas limitações. Usamos neste estudo a MVA derivada do teste T-CAR que é um protocolo no qual demonstrou detectar a $v\text{VO}_2\text{max}$ com boa validade e reprodutibilidade (DITTRICH et al., 2011; DA SILVA et al., 2015). Por outro lado, usamos a velocidade máxima em teste de 20 m lançados para definir a MVS. Muitos estudos usaram uma velocidade de 10 m para definir a MVS (MENDES-VILLANUEVA et al. 2011; BUCHHEIT; MENDEZ-VILLANUEVA, 2013; LOTURCO et al., 2016). Mesmo que isso possa ser considerado uma limitação, no presente estudo comparamos uma grande amostra de atletas usando os mesmos padrões de testes.

Considerando a MVS, o presente estudo demonstra valores médios de 30,1 km.h⁻¹ para os zagueiros, 29,8 km.h⁻¹ para os meio-campistas e 29,9 km.h⁻¹ para os atacantes, o que é semelhante a outros relatos descritos na literatura. Djaoui et al. (2017) apresentaram valores de MVS de 30,5 km.h⁻¹ para zagueiros centrais, 31,0 km.h⁻¹ para laterais e 30,8 km.h⁻¹ para volantes. Mendes-Villanueva et al. (2011) encontraram valores para MVS compatíveis com os encontrados em nosso estudo para a posição de laterais (30,2 km.h⁻¹). Porém, para todas as outras posições em jovens jogadores de elite, os resultados foram superiores: zagueiros (35 km.h⁻¹), meias ofensivos (34,3 km.h⁻¹) e volantes (31,2 km.h⁻¹). Em futebolistas amadores, Ferro et al. (2014) mostraram valores mais altos para a MVS em relação ao nosso estudo em todas as posições de jogo (variando de 31,4 km.h⁻¹ a 33km.h⁻¹).

Por outro lado, o presente estudo mostrou resultados superiores para MVS em comparação com os dados encontrados por Al Haddad et al. (2015), em jovens jogadores de futebol de elite, demonstrando que zagueiros, meias ofensivos e atacantes obtiveram média de MVS de aproximadamente 28,7 km.h⁻¹ enquanto laterais e volantes apresentaram média de 27,7 km.h⁻¹. A MVS que representa o limite superior da RVAn tem sido utilizado como referência para o exercício de *sprints* repetidos em um contexto prático como em partidas de futebol. Essa variável possibilita uma melhor compreensão do comportamento do perfil de corrida de atletas deste esporte durante treinamentos e competições.

Em relação à MVA, nossos resultados mostraram que quando todo o conjunto de dados foi agrupado por posição de jogo (17,5 ± 0,9 km.h⁻¹ para os defensores, 17,4 ± 0,9 km.h⁻¹ meio-campistas e 17,4 ± 1,1 km.h⁻¹ para os atacantes), os valores se apresentaram de acordo com os relatos de Fessi et al. (2018) em jogadores profissionais de futebol masculino (17,6 ± 2,3 km.h⁻¹).

Além disso, quando os valores do presente estudo foram comparados entre jogadores (dentro de cada posição) com maior (cerca de 18,4 km.h⁻¹) e menor MVA (cerca de 16,5 km.h⁻¹), esses resultados apresentaram semelhanças com valores achados entre o período de treinamento intermitente pré e pós, respectivamente, como relatado por Da Silva et al. (2015) em jogadores de futebol de elite da categoria Sub-20. Este estudo encontrou uma melhora na MVA em 5 semanas de treinamento de corrida intermitente de 16,8 km.h⁻¹ a 18,1 km.h⁻¹ para um grupo que realizou corrida sem mudanças de direção e de 16,6 km.h⁻¹ para 17,5 km.h⁻¹ para o grupo que executou corrida com mudanças de direção. Supostamente, a MVA pode ser mais sensível à melhora após um período de treinamento que a MVS (AL HADDAD et al., 2015).

Neste caso, uma MVA maior poderia diminuir a magnitude do RVAn, se considerarmos que o MVS foi mantido no mesmo nível. A importância de um alto nível de aptidão aeróbia para jogadores de futebol foi demonstrada por Da Silva et al. (2015), como um componente essencial que poderia permitir que os atletas sustentassem a alta demanda de uma temporada competitiva. No entanto, em relação a RVAn a falta de literatura disponível sobre esta variável fisiológica revela a necessidade de mais estudos transversais e longitudinais que permitam um melhor entendimento de como esta medida poderia impactar no desempenho de corridas em atletas de futebol.

Finalmente, sugerimos que o monitoramento da RVAn durante uma temporada poderia ajudar cientistas e técnicos a estabelecer parâmetros relativos ao perfil de velocidade de corrida de jogadores e potencialmente ajudar nas decisões sobre a seleção de atletas para uma determinada partida ou competição.

5.3 Estudo 3: Desempenho de jogo baseado na RVAn

O objetivo do estudo 3 foi verificar a influência do perfil de velocidade de corrida baseado na reserva de velocidade anaeróbia (RVAn) sobre o desempenho de alta intensidade em jogos de futebol profissional. Este é o primeiro estudo que usou a magnitude da RVAn para comparar o desempenho de jogo entre jogadores de futebol com maior e menor RVAn. Além disso, as zonas de intensidades correspondentes às porcentagens da máxima velocidade aeróbia (MVA) e máxima velocidade de *sprint* (MVS) foram utilizadas para melhor comparar as diferenças entre os jogadores com maior e menor RVAn.

Os principais achados deste estudo foram os seguintes: 1) Jogadores que possuem maior magnitude da RVAn realizaram maior distância percorrida acima da MVA, número de *sprints* e maior distância em *sprints* em comparação ao grupo com menor RVAn. 2) Jogadores com menor RVAn apresentam decréscimos no desempenho (distância percorrida acima da MVA, distância percorrida acima de 50% da MVS, número de *sprints*, distância em *sprints*) superiores entre cada tempo de jogo em relação aos jogadores com maior RVAn. 3)

O grupo com menor RVAn demonstrou desenvolver maior intensidade relativa (velocidade média dos *sprints* em relação ao %MVS) durante o jogo em comparação com jogadores do grupo com RVAn-M. 4) A variável que melhor apresentou correlação com a RVAn foi a MVS ($r = 0,87$, p -valor = 0,001). 5) A distribuição da distância percorrida em

intensidades relativas a MVS pode ajudar a diferenciar atletas com RVAn com maior e menor magnitude.

Considerando que a principal variável que pode explicar a magnitude da RVAn é a MVS ($r = 0,87$, $p = 0,001$), uma atenção elevada a essa medida é importante ao se considerar a utilização da RVAn. Em nosso estudo, as MVS de ambos os grupos estão de acordo com os valores descritos na literatura. Ferro et al. (2014) demonstraram resultados comparáveis para zagueiros ($\sim 32,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), atacantes e meias ofensivos ($33 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Assim como Mendes-Villanueva et al. (2011) que encontraram valores superiores para zagueiros ($35 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e meias ofensivos ($34,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$), em relação ao nosso grupo com RVAn-M. Em contraste, estes autores encontraram resultados semelhantes ao nosso grupo de RVAn-m para laterais ($30,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e volantes ($31,2 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Os dados encontrados em nosso estudo e na literatura demonstram uma alta variabilidade nos valores da MVS de jogadores de futebol e isso se deve por vários motivos, os quais incluem a idade, a posição de jogo e fatores genéticos. Estudos tem demonstrado que a MVS apresenta fatores limitantes que a caracterizam como uma variável pouco sensível ao treinamento em jogadores de futebol profissional (EYNON et al., 2013; HAUGEN; BUCHHEIT, 2015). Além disso, o desempenho de *sprint* pode ser adversamente sensível a outras formas de treinamento, podendo inclusive haver declínio no desempenho após treinamento de resistência ou pliometria (ROSS; LEVERITT, 2001; NAKAMURA et al., 2012).

Em relação ao limite inferior da RVAn, a MVA demonstrada em nosso estudo está de acordo com dados da literatura, que encontraram valores de MVA consistente para uma boa aptidão aeróbia em atletas de futebol sendo por volta de $17 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (CASTANHA et al., 2006; DITTRICH et al., 2011; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; DA SILVA et al., 2015). Resultados semelhantes foram demonstrados após 5 semanas de um protocolo de treinamento com mudanças de direção ($17,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) e sem mudança de direção ($18,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) em jogadores de elite de futebol sub-20 (DA SILVA et al., 2015). Este estudo é um exemplo da sensibilidade desta variável em relação ao treinamento, já que em apenas 5 semanas de um protocolo de treinamento intermitente na intensidade de 100% no T-CAR induziu a aumentos consideráveis desta medida, de $16,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para $18,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ no grupo sem mudança de direção e de $16,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para $17,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ no grupo com mudança de direção.

Referente a magnitude da RVAn pesquisas recentes mostraram valores semelhantes aos encontrados no grupo de RVAn-M deste estudo, ou seja, $15,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ e $14,7 \pm 1,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ para estudantes de Educação Física e jogadores de futebol, respectivamente (DEL ROSSO et al., 2016;

SELMI et al., 2017). Del Rosso et al. (2016) demonstraram valores comparáveis ao nosso grupo com RVAn-m, ou seja, cerca de 10,8 km.h⁻¹. Apesar da concordância de nossos dados com a literatura, a RVAn é uma medida na qual é importante levar em consideração o nível de treinamento e competição dos indivíduos.

Neste contexto, a discrepância entre os valores desta medida para os grupos com maior e menor magnitude deste estudo representa a diferença de potencial entre os jogadores de diferentes perfis de velocidade de corrida (DEL ROSSO et al., 2016). Deste modo, para comparações entre diferentes magnitudes de RVAn é interessante padronizar as comparações entre indivíduos com valores similares de MVA ou indivíduos com similares MVS. Para ambos os cenários a interpretação de uma possível vantagem ou desvantagem da magnitude da RVAn será diferente. Assim, neste estudo usamos atletas com similares MVA para avaliar a influência da magnitude da RVAn em jogadores com maior e maior amplitude desta medida em jogos de futebol.

Em relação ao desempenho de jogo, o perfil de velocidade de corrida baseado na magnitude da RVAn demonstrou influenciar o comportamento físico em algumas variáveis durante partidas de futebol. Em nosso estudo, não houve diferenças entre grupos para a distância total percorrida. Ainda, nossos dados foram similares aos descritos recentemente na literatura em jogadores profissionais que competem na primeira divisão inglesa e grega (RUSSEL et al., 2016; METAXAS, 2018). Porém, são inferiores aos encontrados por Dalen et al., (2016) em jogadores profissionais noruegueses.

Quanto ao número total de *sprints* realizados durante jogos observados em nosso estudo, o grupo com maior RVAn desenvolveu uma quantidade significativamente superior ao grupo com menor RVAn. Para esta variável, nossos achados estão de acordo com os descritos na literatura. Russel et al., (2016) demonstraram um número total de *sprints* (26) semelhantes aos observados ao grupo com RVAn-m (23,6) e superiores aos encontrados por Ingebrigtsen et al., (2015) e Miñano-Espin et al., (2017).

Contudo, o grupo com maior RVAn desenvolveu um número superior (31,7) aos descritos por Russel et al., (2016), e similares aos descritos por diversos estudos na literatura (~32) (MOHR et al., 2003; RAMPININI et al., 2007; BARNES et al., 2014). Deste modo, atletas com maior RVAn apresentam desempenho superior na grande maioria das variáveis analisadas neste estudo. Essa vantagem pode ser vista de forma

ainda mais clara na ilustração da curva da distância-velocidade de corrida na Figura 7 A.

Além disso, nosso estudo identificou que a magnitude da RVAn foi 22,8% mais elevado no grupo com RVAn-M em comparação ao grupo com menor RVAn, curiosamente a distância total percorrida acima da intensidade relativa a MVA foi proporcional, ou seja, 20,7% superior para o grupo com RVAn-M em comparação com o grupo de RVAn-m (Tabela 5).

A influência da magnitude da RVAn pode ser ainda melhor compreendida nas comparações do desempenho entre cada tempo de jogo, onde várias medidas podem ser utilizadas para verificar a causa de possíveis declínios no rendimento decorrentes de fadiga ou de outros fatores. Carling (2013), demonstrou que o declínio na distância total (DT), pode não refletir uma mudança relevante no desempenho físico de jogo. Esta afirmação está de acordo com os achados do presente estudo que encontrou reduções semelhantes em ambos os grupos com maior e menor RVAn (-9,9% e -11,8% para os grupos RVAn-M e RVAn-m, respectivamente). Deste modo, nossos achados demonstram que a magnitude da RVAn não influencia na DT percorrida.

Contudo, outros indicadores do desempenho de jogo caracterizados por ações como corridas em alta e muito alta intensidade como acelerações e *sprints*, demonstram discriminar melhor a queda de desempenho e fadiga entre cada tempo de jogo. Em relação as variações entre cada tempo de jogo para corridas em alta velocidade, existe uma grande variabilidade na literatura para as velocidades correspondentes a essa variável. Alguns estudos descreveram reduções entre 10 a 15% neste parâmetro a partir de uma velocidade de referência em alta velocidade acima de 15 km.h⁻¹ (RAMPININI et al., 2007; WEHBE et al., 2014).

Recentemente, Dalen et al., (2019), demonstraram uma redução de 11% para corrida em alta intensidade para velocidade acima de 19,8 km.h⁻¹. Já outros estudos não demonstram reduções significativas entre cada tempo de jogo (AKENHEAD et al., 2013; BRADLEY et al., 2010; DALEN et al., 2016). Em nosso estudo para a distância percorrida acima da MVA (> 17,5 km.h⁻¹) o grupo com maior RVAn não apresentou diferenças entre cada tempo de jogo, em contrapartida o grupo com menor RVAn apresentou redução de cerca de 21%. De modo interessante, ao agruparmos as distâncias percorridas de ambos os grupos em cada tempo de jogo em nosso estudo, a perda de desempenho ficou em torno de 10,5%, ou seja, semelhante ao que está descrito na literatura (RAMPININI et al., 2009; DALEN et al., 2019).

Além disso, ao utilizarmos outro critério para individualizar corridas em alta intensidades como as distâncias percorridas na velocidade acima de 50% da MVS, este comportamento se repete. Assim, não foram encontradas diferenças na distância percorrida acima de 50% da MVS ($>16,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) para o grupo com maior RVAn, enquanto para o grupo com menor RVAn ($>15,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) um decréscimo de 17,3% foi observado. Considerando um contexto prático, onde nem todos os clubes de futebol conseguem avaliar a MVA durante a temporada devido ao calendário e outros fatores, a velocidade de 50% da MVS pode ser usada como referência e um indicador capaz de quantificar a perda de desempenho entre cada tempo de jogo em atletas de futebol.

Em relação ao número de *sprints* entre cada tempo de jogo, a literatura tem demonstrado que esta medida não apresenta uma elevada capacidade de discriminar o declínio de desempenho (INGEBRIGTSEN et al., 2015; WEHBE et al., 2014). Em concordância, no nosso estudo o grupo com maior RVAn não apresentou diferença na quantidade de *sprints* realizados enquanto que no grupo com menor RVAn uma redução de apenas 2 *sprints* foi observada. Apesar destes estudos comprovarem que o número de *sprints* não parece ser um bom preditor de queda de desempenho quando analisado cada grupo de forma separada, na comparação entre o 1º tempo de cada grupo, jogadores com maior RVAn apresentaram uma superioridade de 15,6% e essa vantagem aumentou para 28,8% no segundo tempo (Tabela 5).

Estudos recentes têm indicado que o número de acelerações realizadas durante uma partida de futebol parece ser um preditor sensível para avaliar a manutenção e queda de desempenho entre cada tempo de jogo (DALEN et al., 2019; AKENHEAD et al., 2013; ARRUDA et al., 2015). Em nosso estudo, uma redução de 20% no grupo RVAn-M foi observada enquanto que para o grupo com menor RVAn uma redução ainda mais acentuada foi observada (-28%). Dalen et al., (2019) observaram uma redução de cerca de 14% de acelerações entre cada tempo de jogo.

De modo interessante, o grupo com menor magnitude da RVAn apresentou maiores reduções no desempenho em comparação ao grupo RVAn-M. Essa diferença no comportamento de ambos os grupos pode ser explicada pelo percentual da velocidade média dos *sprints* usada em relação a MVS. O grupo com RVAn mais baixo dispendeu nos dois tempos de jogo um esforço relativamente mais intenso do que o grupo com maior RVAn. Esse achado está de acordo com os dados demonstrados na literatura que mostram que os jogadores mais lentos se exercitaram em intensidades relativamente mais altas durante partidas de

futebol em comparação a jogadores mais rápidos (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013; AL HADDAD et al., 2015).

Esse alto e intenso esforço pode ser devido a uma estratégia subconsciente (*self-pacing*) usada por jogadores de RVAn-m para tentar estar em uma intensidade de jogo similar a de jogadores mais rápidos e de maior RVAn (PAUL et al., 2015). Esse esforço adicional permite explicar em parte os maiores decréscimos de desempenho no segundo tempo para os jogadores de RVAn-m observadas em nosso estudo (Figura 8).

A Figura 7 B mostra a distribuição da distância percorrida em zonas de velocidade baseadas na porcentagem da MVS. Apesar da diferença na velocidade absoluta entre os grupos para cada uma das zonas de intensidade, jogadores de ambos os grupos percorreram uma distância de corrida similar nas três zonas de velocidade mais intensas (velocidades >70 a 100% da MVS ou seja entre 23,5 a 33,6 km.h⁻¹ para RVAn-M e entre 21,1 a 30,1 km.h⁻¹ para RVAn-m. De modo similar aos nossos achados, estudos comparam o desempenho de indivíduos especialistas em modalidades de corrida distintas (atletas velocistas e de endurance) (BUNDLE et al., 2003; WEYAND; BUNDLE, 2005).

Apesar de haver uma ampla distinção nos valores absolutos de MVS entre esses dois tipos de atletas para uma determinada duração de exercício, quando as intensidades foram expressas em relação à RVAn, essas diferenças foram essencialmente eliminadas (BUNDLE et al., 2003; WEYAND; BUNDLE, 2005). Por outro lado, em distâncias percorridas acima de 50% da MVS, encontramos uma diferença significativa nas intensidades mais lentas para o grupo RVAn-m em comparação ao grupo com RVAn-M, estes resultados podem ser explicados pela exigência metabólica entre os grupos, já que uma alta participação aeróbia ocorreu para o grupo com RVAn-m nestas intensidades absolutas em comparação ao grupo com RVAn-M.

6 CONCLUSÕES

A partir do que foi proposto nesta tese de doutorado, obteve-se as seguintes conclusões:

Conclusão do estudo 1

Nossos resultados demonstram a viabilidade do treinamento supramáximo baseado em corrida prescrita usando a MVA T-CAR como parâmetro para individualizar a intensidade de treinamento. Esse modelo de treino foi suficiente para aprimorar a capacidade (VLM) e potência (MVA T-CAR e $VO_2\text{max}$) aeróbia em jogadores de futebol Sub-20 de modo superior ao treinamento tradicional de futebol durante o período de pré-temporada (grupo controle). Além disso, a intensidade de 115% da MVA T-CAR parece apresentar uma elevada contribuição anaeróbia em comparação ao modelo tradicional a 100% da MVA. Este aumento na potência aeróbia permitiu uma redução na magnitude da RVAn dos atletas do grupo experimental o que pode possibilitar uma maior tolerância as demandas anaeróbias.

Conclusão do estudo 2

Referente ao perfil de velocidade de corrida baseada na RVAn, não foram detectadas diferenças na RVAn entre posições de jogo quando uma grande amostra de jogadores de futebol foi utilizada. No entanto, quando os jogadores foram classificados e divididos em atletas com maior e menor MVS, diferenças significativas foram observadas em todas as posições. Em adição, as MVA e MVS indicam a importância da análise dos perfis de velocidade de corrida em jogadores de futebol com base na RVAn. Além disso, entender a RVAn pode ser relevante para aumentar o nível competitivo de uma equipe e esses dados fornecem uma referência para outros estudos e, também, a treinadores sobre os valores de todas as posições de jogo, que apresentam maior e menor RVAn.

Conclusão do estudo 3:

Em relação ao desempenho de jogo, foi possível demonstrar que a RVAn se apresenta como uma ferramenta útil para o monitoramento de jogadores de futebol durante uma partida de futebol. Nossos resultados foram capazes de demonstrar que a magnitude da RVAn pode determinar um maior ou menor potencial durante o desenvolvimento das ações do

jogo em intensidades supramáximas. Jogadores com maior RVAn puderam suportar uma demanda superior durante a partida do que os jogadores com menor RVAn.

Por fim, podemos concluir que atletas com menor RVAn apresentam uma maior queda de desempenho entre o 1º e o 2º tempo de jogo o que pode ser parcialmente explicado pela maior intensidade relativa desenvolvida por estes atletas em comparação aos jogadores de maior RVAn. Deste modo, essa medida pode ser utilizada tanto para prescrição de treinamento individualizado como também para o monitoramento do perfil de velocidade de corrida de jogadores durante o treinamento e a temporada competitiva em jogadores de futebol.

APLICAÇÕES PRÁTICAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Baseado na relevância das conclusões acima apresentadas e procurando inter-relacionar os estudos, alguns aspectos importantes referentes as aplicações práticas dos estudos desta tese serão destacadas.

Em relação ao estudo 1 é possível destacar a utilidade do T-CAR como instrumento para melhora da corrida supramáxima em jogadores de futebol, destacando ainda que quando o treinamento tradicional não contemplar estímulos capazes de melhorar o desempenho de variáveis fisiológicas de potência e capacidade aeróbia, o desenvolvimento de corridas supramáximas adicionais ao treinamento tradicional a partir do T-CAR pode ser realizado. Além disso, de acordo com os estudos 2 e 3, considerando a importância de analisar o perfil de velocidade de corrida e dos estímulos supramáximos durante partidas de futebol é de fundamental importância que preparadores físico e técnicos deste esporte utilizem este tipo de treinamento afim de potencializar o desempenho supramáximo durante a competição.

A partir da identificação do perfil de velocidade de corrida baseado na RVAn em destaque no estudo 2 desta tese, é necessário averiguar as respostas do treinamento supramáximo em atletas com maior e menor magnitude da RVAn. Neste contexto, uma proporção efetivamente diferente na utilização da RVAn durante uma mesma intensidade supramáxima ocorre, bem como as demandas individuais deverão ser distintas e conseqüentemente as adaptações fisiológicas também podem responder de modo diferente.

A hipótese relativa as distintas respostas ao treinamento supramáximo para jogadores com maior e menor RVAn se sustentam nos achados demonstrados no estudo 3 durante o processo de monitoramento de atletas de futebol em competição. Durante a formação de uma equipe, além de considerar os aspectos relativos a técnica e também ao nível cognitivo de um atleta, o perfil de velocidade deve ser levado em conta pois as respostas fisiológicas diferentes podem influenciar na dinâmica de jogo tanto individual como coletivo. Deste modo, já que jogadores com menor RVAn apresentam maior queda de desempenho durante o segundo tempo de jogo, as funções táticas individuais deste atleta possivelmente estariam comprometidas devido a limitação física associada ao perfil de velocidade de corrida. Assim, baseados nestes argumentos seria preferível que o maior número de atletas possíveis com maior RVAn pudessem ser escolhidos para determinados níveis de jogos e competições.

Diante disso, as equipes técnicas e de preparação física ao incorporar um atleta ao seu elenco devem levar em consideração não

somente o nível técnico e cognitivo de um atleta, mas também os efeitos relacionados ao perfil de velocidade de corrida destes jogadores. Deste modo, as características de desempenho destes indivíduos podem potencializar ou comprometer o desempenho de uma equipe em uma partida ou durante competições. Além disso, maiores investigações referentes ao desempenho de jogo em jogadores com maior e menor RVAn devem ser realizadas em cada posição e entre posições e os efeitos destas magnitudes precisam ser analisados.

Por fim, outros estudos devem ser realizados procurando identificar maiores aplicações práticas para a variável central desta tese, a RESERVA DE VELOCIDADE ANAERÓBIA.

7 REFERÊNCIAS

ABADE, E.A.; GONCALVES, B.V.; LEITE, N.M.; SAMPAIO, J.E. Time-motion and physiological profile of football training sessions performed by Under-15, Under-17 and Under-19 elite Portuguese players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.3, p.463-70, 2014

ABT, G.; LOVELL, R. The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. **Journal of Sports Science**, v.27, n.9, p.893-8, 2009.

AKENHEAD, R.; HAYES, P.R.; THOMPSON, K.G.; FRENCH, D. Diminutions of acceleration and deceleration output during professional football match play. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.16, n.6, p.556-61, 2013.

AL HADDAD, H.; SIMPSON, B.M.; BUCHHEIT, M.; DI SALVO, V.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Peak match speed and maximal sprinting speed in young soccer players: effect of age and playing position. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.7, p.888-96, 2015.

ALCARAZ, P.E.; CARLOS-VIVAS, J.; OPONJURU, B.O.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, A. Correction to: The effectiveness of resisted sled training (RST) for sprint performance: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v.48, n.9, p.2167-2168, 2018.

ANDERSON, L.; ORME, P.; DI MICHELE, R.; CLOSE, G.L.; MILSOM, J.; MORGANS, R.; DRUST, B.; MORTON, J.P. Quantification of seasonal-long physical load in soccer players with different starting status from the English premier league: implications for maintaining squad physical fitness. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.11, n.8, p.1038-1046, 2016.

ANDRZEJEWSKI, M.; CHMURA, J.; PLUTA, B.; STRZELCZYK, R.; KASPRZAK, A. Analysis of sprinting activities of professional soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.2, n.8, p.2134-40, 2013.

ARCOS, A.L.; MARTÍNEZ-SANTOS, R.; YANCI, J.; MENDIGUCHIA, J. et al. Negative associations between perceived training load, volume and changes in physical fitness in professional soccer players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.14, p.394-401, 2015.

ARRIAZA-ARDILES, E.; MARTÍN-GONZÁLEZ, J.M.; ZUNIGA, M.D.; SÁNCHEZ-FLORES, J.; DE SAA, Y.; GARCÍA-MANSO, J.M. Applying graphs and complex networks to football metric interpretation. **Human Movement Science**, v.57, p.236-243, 2018.

ARRUDA, A.F.; CARLING, C.; ZANETTI, V.; AOKI, M.S.; COUTTS, A.J.; MOREIRA, A. Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.10, n.2, p.248-52, 2015.

BALDI, M.; DA SILVA, J.F.; BUZZACHERA, C.F.; CASTAGNA, C.; GUGLIELMO, L.G. Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.57, n.2, p.26-32, 2017.

BANGSBO, J.; IAIA, F.M.; KRUSTRUP, P. Metabolic response and fatigue in soccer. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, 111-127, 2007.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. **Journal of Sports Sciences**, v.24, n.7, p.665-74, 2006.

BANGSBO, J.; NØRREGAARD, L.; THORSØ, F. Activity profile of competition soccer. **Canadian Journal of Sport Sciences**, v.16, n.2, p.110-6, 1991.

BARBALHO, M.; GENTIL, P.; RAIOL, R.; DEL VECCHIO, F.B.; RAMIREZ-CAMPILLO, R.; COSWIG, V.S. Non-linear resistance training program induced power and strength but not linear sprint velocity and agility gains in young soccer players. **Sports (Basel)**, v.14, n.6, p.2, 2018.

BARNES, C.; ARCHER, D.T.; HOGG, B.; BUSH, M.; BRADLEY, P.S. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. **International Journal of Sports Medicine**, v.35, n.13, p.1095-1100, 2014.

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

BEATO, M.; IMPELLIZZERI, F.M.; CORATELLA, G.; SCHENA, F. Quantification of energy expenditure of recreational football. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.24, p.2185-2188, 2016.

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

BILLAT, V.; KORALSZTEIN, J.P. Significance of the velocity at VO_2 max and its time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, v.22, p.90-108, 1996.

BILLAT, V.; PETOT, H.; KARP, J.R.; SARRE, G. et al. Interval training at VO_2 max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.1, p.156-63, 1999.

BILLAT, V.; PETOT, H.; KARP, J.R.; SARRE, G. et al. The sustainability of VO_2 max: effect of decreasing the workload. **European Journal of Applied Physiology**, v.113, n.2, p.385-94, 2013.

BISHOP, D.; GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. **Sports Medicine**, v.41, n.9, p.741-56, 2011.

BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BILLAT, V.; LENSEL, G. Relationship between run times to exhaustion at 90, 100, 120, and 140% of vVO_2 max and velocity expressed relatively to critical velocity and maximal velocity. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, n.1, p.27-33, 2001.

BLOOMFIELD, J.; POLMAN, R.; O'DONOGHUE, P. Physical demands of different positions in fa premier league soccer. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.6, n.1, p.63-70, 2007.

BOONE, J.; VAEYENS, R.; STEYAERT, A.; VANDEN BOSSCHE, L.; BOURGOIS, J. Physical fitness of elite Belgian soccer players by player position. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.8, p.2051-2057, 2012.

BOULLOSA, D.A. The forgotten pieces of the high-intensity interval training puzzle. **Sports Medicine**, v.44, n.8, p.1169-1170, 2014;

BRADLEY, P.S.; ADE, J.D. Are current physical match performance metrics in elite soccer fit for purpose or is the adoption of an integrated approach needed? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.13, n.5, p.656-664, 2018.

BRADLEY, P.S.; ARCHER, D.T.; HOGG, B.; SCHUTH, G.; BUSH, M.; CARLING, C.; BARNES, C. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.10, p.980-7, 2016.

BRADLEY, P.S.; CARLING, C.; GOMEZ DIAZ, A.; HOOD, P.; BARNES, C.; ADE, J.; BODDY, M.; KRUSTRUP, P.; MOHR, M. Match performance and physical capacity of players in the top three competitive standards of English professional soccer. **Human Movement Science**, v.32, n.4, p.808-21, 2013.

BRADLEY, P.S.; DI MASCIO, M.; PEART, D.; OLSEN, P.; SHELDON, B. High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.9. p.2343-51, 2010.

BRADLEY, P.S.; LAGO-PEÑAS, C.; REY, E.; GOMEZ DIAZ, A. The effect of high and low percentage ball possession on physical and technical profiles in English FA Premier League soccer matches. **Journal of Sports Science**, v.31, n.12, p.1261-70, 2013.

BRADLEY, P.S.; SHELDON, W.; WOOSTER, B.; OLSEN, P.; BOANAS, P.; KRUSTRUP, P. High-intensity running in English FA

Premier League soccer matches. **Journal of Sports Sciences**, v.27, n.2, p.159-68, 2009.

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

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Supramaximal intermittent running performance in relation to age and locomotor profile in highly-trained young soccer players. **Journal of Sports Science**, v.31, n.13, p.1402-11, 2013.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Changes in repeated sprint performance in relation to change in locomotor profile in highly-trained young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.32, n.13, p.1309-1317, 2014.

BUCHHEIT, M.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Supramaximal intermittent running performance in relation to age and locomotor profile in highly-trained young soccer players. **Journal of Sports Science**, v.31, n.13, p.1402-1411, 2013.

BUNDLE, M.W.; HOYT, R.W.; WEYAND, P.G. High-speed running performance: a new approach to assessment and prediction. **Journal of applied Physiology**; v.95, n.5, p.1955-62, 2003.

BUSH, M.; BARNES, C.; ARCHER, D.T.; HOGG, B.; BRADLEY, P.S. Evolution of match performance parameters for various playing positions in the English Premier League. **Human Movement Science**, v.39, p.1-11, 2015.

CAMPOS, E.Z.; ZAGATTO, A.M.; NAKAMURA, F.Y.; BALIKIAN JUNIOR, P. et al. Characteristics and effect of 8-week soccer training on lactate minimum speed. **Sport Sciences for Health**, v.12, p.423-428, 2016.

CAMUS, G.; JUCHMES, J.; THYS, H.; FOSSION, A. Relation between endurance time and maximal oxygen consumption during supramaximal running. **The Journal of Physiology** (Paris), v.83, n.1, p.26-31, 1988.

CARLING, C. Interpreting physical performance in professional soccer match-play: should we be more pragmatic in our approach? **Sports Medicine**, v.43, n.8, p.655-63, 2013.

CARLING, C.; BLOOMFIELD, J.; NELSEN, L.; REILLY, T. The role of motion analysis in elite soccer: contemporary performance measurement techniques and work rate data. **Sports Medicine**, v.38, n.10, p.839-62, 2008.

CARLING, C.; BRADLEY, P.; MCCALL, A.; DUPONT, G. Match-to-match variability in high-speed running activity in a professional soccer team. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.24, p.2215-2223, 2016.

CARLING, C.; GREGSON, W.; MCCALL, A.; MOREIRA, A.; WONG, D.L.; BRADLEY, P.S. Match running performance during fixture congestion in elite soccer: research issues and future directions. **Sports Medicine**, v.45, n.5, p.605-13, 2015.

CARLING, C.; LE GALL, F.; DUPONT, G. Are physical performance and injury risk in a professional soccer team in match-play affected over a prolonged period of fixture congestion? **International Journal of Sports Medicine**, v.33, n.1, p.36-42, 2012.

CASAJÚS, J.A. Seasonal variation in fitness variables in professional soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.41, n.4, p.463-9, 2001.

CASAMICHANA, D.; CASTELLANO, J. Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: effects of pitch size. **Journal of Sports Sciences**, v.28, n.14, p.1615-23, 2010.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; ABT, G. Activity profile of young soccer players during actual match play. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.4, p.775-80, 2003.

CASTAGNA, C.; FRANCINI, L.; PÓVOAS, S.C.A.; D'OTTAVIO, S. long-sprint abilities in soccer: ball versus running drills. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.12, v.9, p.1256-1263, 2017.

CHAABENE, H.; PRIESKE, O.; NEGRA, Y.; GRANACHER, U. Change of direction speed: toward a strength training approach with accentuated eccentric muscle actions. **Sports Medicine**, v.48, n.8, p.1773-1779, 2018.

COUTINHO, D.; GONÇALVES, B.; WONG, D.P.; TRAVASSOS, B. et al. Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. **Human Movement Science**, v.58, p.287-296, 2018.

COUTTS, A.J.; DUFFIELD, R. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.13, n.1, p.133-5, 2010.

DA SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.; BISHOP, D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.8, p.2115-21, 2010.

DA SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.; CARMINATTI, L.J.; DE OLIVEIRA, F.R. et al. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v.2, n.15, p.1621-8, 2011.

DA SILVA, J.F.; NAKAMURA, F.Y.; CARMINATTI, L.J.; DITTRICH, N.; CETOLIN, T.; GUGLIELMO, L.G.A.G. The effect of two generic aerobic interval training methods on laboratory and field test performance in soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.6, p.1666-1672, 2015.

DALEN, T.; INGBRIGTSEN, J.; ETTEMA, G.; HJELDE, G.H.; WISLØFF, U. player load, acceleration, and deceleration during forty-five competitive matches of elite soccer. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n.2, p.351-9, 2016.

DALEN, T.; LORÅS, H.; HJELDE, G.H.; KJØSNES, T.N.; WISLØFF, U. Accelerations - a new approach to quantify physical performance decline in male elite soccer? **European Journal of Sport Science**, v.11, p.1-9, 2019.

DANTAS DE LUCA, R.; ROCHA, R.; BURINI, R.C.; COELHO GRECO, C.; DENADAI, B.S. The lactate minimum test protocol

provides valid measures of cycle ergometer VO₂ peak. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.43, n.3, p.279-84, 2003.

DARDOURI, W.; SELMI, M.A.; SASSI, R.H.; GHARBI, Z. et al. Relationship between repeated sprint performance and both aerobic and anaerobic fitness. **Journal of Human Kinetics**, v.27, n.40, p.139-148, 2014.

DEL ROSSO, S.; NAKAMURA, F.Y.; BOULLOSA, D.A. Heart rate recovery after aerobic and anaerobic tests: is there an influence of anaerobic speed reserve? **Journal of Sports Sciences**, v.35, n.9, p.820-827, 2017.

DELESTRAT, A.; GRUET, M.; BIEUZEN, F. Effects of small-sided games and high-intensity interval training on aerobic and repeated sprint performance and peripheral muscle oxygenation changes in elite junior basketball players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 32: 1882-1891, 2018.

DELLAL, A.; DRUST, B.; LAGO-PENAS, C. Variation of activity demands in small-sided soccer games. **International Journal of Sports Medicine**, v.33, n.5, p.370-5, 2012.

DELLAL, A.; KELLER, D.; CARLING, C.; CHAOUACH, I.A.; WONG, D.P.; CHAMARI, K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.12, p.3219-26, 2010.

DENADAI, B.S.; GOMIDE, E.B.G.; GRECO, C.C. The relationship between onset of blood lactate accumulation, critical velocity and maximal lactate steady state in soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.2, p.364-8, 2005.

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

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

playing position in elite soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.28, n.3, p.222-7, 2007.

DI SALVO, V.; GREGSON, W.; ATKINSON, G.; TORDOFF, P.; DRUST, B. Analysis of high intensity activity in Premier League soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.30, n.3, p205-12, 2009.

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

DJAOUI, L.; CHAMARI, K.; OWEN, A.L.; DELLAL, A. Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.31, n.6, p.1509-1517, 2017.

DUPONT, G.; BLONDEL, N.; LENSEL, G.; BERTHOIN, S. Critical velocity and time spent at a high level of VO_2 for short intermittent runs at supramaximal velocities. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.27, n.2, p.103-15, 2002.

EYNON, N.; HANSON, E.D.; LUCIA, A.; HOUWELING, P.J. et al. Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way. **Sports Medicine**, v.43, n.9, p.803-17, 2013.

FAUDE, O.; KOCH, T.; MEYER, T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. **Journal of Sports Sciences**, v.30, n.7, p.625-31, 2012.

FERNANDES-DA-SILVA, J.; CASTAGNA, C.; TEIXEIRA, A.S.; CARMINATTI, L.J.; GUGLIELMO, L.G. The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.24, p.2238-2245, 2016.

FERNANDEZ-NAVARRO, J.; FRADUA, L.; ZUBILLAGA, A.; FORD, P.R. et al. Attacking and defensive styles of play in soccer: analysis of Spanish and English elite teams. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.24, p.2195-2204, 2016.

FERRARI BRAVO, D.; IMPELLIZZERI, F.M.; RAMPININI, E.; CASTAGNA, C. et al. Sprint vs. interval training in football. **International Journal of Sports Medicine**, v.29, p.668-74, 2008.

FESSI, M.S.; FARHAT, F.; DELLAL, A.; MALONE, J.J. et al. Straight-line and change of direction intermittent running in professional soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.17, p.1-6, 2018.

FESSI, M.S.; ZARROUK, N.; DI SALVO, V.; FILETTI, C. et al. Effects of tapering on physical match activities in professional soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.24, p.2189-2194, 2016.

FIFA (2015). The approval of electronic performance tracking systems (EPTS) devices, FIFA, Federation Internationale de Football Association. Zurich Switzerland. Circular no. 1494, 2015.

FITZPATRICK, J.F.; HICKS, K.M.; HAYES, P.R. Dose-response relationship between training load and changes in aerobic fitness in professional youth soccer players. **International journal of sports physiology and performance**, v.10, p.1-22, 2018.

GASTIN, K.; WILLIAMS K. Accuracy of 1 Hz versus 5 Hz GPS devices to measure movement patterns in team sport activities. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.13, Sup1, p.32, 2010.

GESBERT, V.; DURNY, A.; HAUW, D. How do soccer players adjust their activity in team coordination? An enactive phenomenological analysis. **Frontiers in Psychology**, v.8, p.854, 2017.

GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA. A.; BISHOP. D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. **Sports Medicine**, v.41, n.8, p.673-94, 2011.

GONÇALVES, B.; ESTEVES, P.; FOLGADO, H.; RIC, A. et al. Effects of pitch area-restrictions on tactical behavior, physical, and physiological performances in soccer large-sided games. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.31, n.9, p.2398-2408, 2017.

GUTH, L.M.; ROTH, S.M. Genetic influence on athletic performance. **Current Opinion in Pediatrics**, v.25, n.6, p.653-8, 2013.

HADER, K.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; PALAZZI, D.; AHMAIDI, S. et al. Metabolic power requirement of change of direction speed in young soccer players: not all is what it seems, **PloS One**, v.x, n. x. p.x, 2016.

HAUGEN, T.; BUCHHEIT, M. Sprint running performance monitoring: methodological and practical considerations. **Sports Medicine**, v.46, n.5, p.641-56, 2016.

HAUGEN, T.; TONNESSEN, E.; LEIRSTEINB, S.; HEM, E.; SEILER, S. Not quite so fast: effect of training at 90% sprint speed on maximal and repeated-sprint ability in soccer players. **Journal of Sports Sciences**, v.32, n.20, p.1979-1986, 2014.

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

HOPKINS, W.G.; MARSHALL, S.W.; BATTERHAM, A.M.; HANIN, J. Progressive statistics for studies in sports. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, p.3-13, 2009.

HOSTRUP, M.; GUNNARSSON, T.P.; FIORENZA, M.; MØRCH, K. In season adaptations to intense intermittent training and sprint interval training in sub-elite football players. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.x, n.x, p.x, 2019. doi: 10.1111/sms.13395.

HUNTER, F.; BRAY, J.; TOWLSON, C.; SMITH, M. et al. Individualization of time-motion analysis: a method comparison and case report series. **International journal of sports medicine**, v.36, n.1, p.41-8, 2015.

IAIA, F.M.; HELLSTEN, Y.; NIELSEN, J.J.; FERNSTRÖM, M.; SAHLIN, K.; BANGSBO, J. Four weeks of speed endurance training reduces energy expenditure during exercise and maintains muscle oxidative capacity despite a reduction in training volume. **Journal of Applied Physiology** (1985), v.106, n.1, p.73-80, 2009.

INGEBRIGTSEN, J.; DALEN, T.; HJELDE, G.H.; DRUST, B.; WISLØFF, U. Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. **European Journal of Sport Science**, v.15, n.2, p.101-10, 2015.

ISLAM, H.; TOWNSEND, L.K.; HAZELL, T.J.; Modified sprint interval training protocols. Part I. Physiological responses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.42, n.4, p.339-346, 2017.

JEMNI, M.; PRINCE, M.S.; BAKER, J.S. Assessing cardiorespiratory fitness of soccer players: is test specificity the issue? A review. **Sports Medicine**, v.19, n.4, p.28, 2018.

JOHNSTON, R.J.; WATSFORD, M.L.; KELLY, S.J.; PINE, M.J.; SPURRS, R.W. Validity and interunit reliability of 10 Hz and 15 Hz GPS units for assessing athlete movement demands. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.6, p.1649-55, 2014.

JOHNSTON, R.J.; WATSFORD, M.L.; PINE, M.J.; SPURRS, R.W. et al. The validity and reliability of 5-Hz global positioning system units to measure team sport movement demands. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.3, p.758-65, 2012.

JONES, A.M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v.29, p.373-86, 2000.

KALAPOTHARAKOS, V.I.; ZIOGAS, G.; TOKMAKIDIS, S.P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, p.1502-7, 2011.

KARASIAK, F.C.; SCHERER, R.L.; FERNANDES, S.; SANTOS, S.G. Pesquisa Experimental. In: SANTOS, S.G. (org). Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à Educação Física, Tribo da Ilha: Florianópolis, 2011.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T. et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.697-705, 2003.

LAURSEN, P.B.; JENKINS, D.G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimising training programmes and maximising performance in highly trained endurance athletes. **Sports Medicine**. v.32, n.1, p.53-73, 2002.

LÉGER, L.; BOUCHER, R. An indirect continuous running multistage field test: the Université de Montréal track test. **Canadian Journal of Applied Sport Sciences**, v.5, n.2, p.77-84, 1980.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L.A.; KOBAL, R.; MALDONADO, T.; PIAZZI, A.F.; BOTTINO, A. et al. Improving sprint performance in soccer: effectiveness of jump squat and olympic push press exercises. **Plos one**; v.11, p.4, 2016.

LOURES, J.P.; CHAMARI, K.; FERREIRA, E.C.; CAMPOS, E.Z. et al. Specific determination of maximal lactate steady state in soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.1, p.101-6, 2015.

MANZI, V.; BOVENZI, A.; IMPELLIZZERI, M.; CARMINATI, I. et al. Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.3, p.631-6, 2013.

MASSARD, T.; EGGERS, T.; LOVELL, R. Peak speed determination in football: is sprint testing necessary? **Science and medicine in football**, v.2, p.123-126, 2018.

MCGINLEY, C.; BISHOP, D.J. Influence of training intensity on adaptations in acid/base transport proteins, muscle buffer capacity, and repeated-sprint ability in active men. **Journal of Applied Physiology** (1985), v.121:p.1290-1305, 2016.

MCLELLAN, C.P.; LOVELL, D.I. Performance analysis of professional, semiprofessional, and junior elite rugby league match-play using global positioning systems. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.12, p.3266-74, 2013.

MCMILLAN, K.; HELGERUD, J.; MACDONALD, R.; HOFF, J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in

professional youth soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, n.5, p.273-277, 2005.

MECKEL, Y.; DORON, O.; ELIAKIM, E.; ELIAKIM1, A. seasonal variations in physical fitness and performance indices of elite soccer players. **Sports** (Basel), v.6, n.1, p.14, 2018.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B.; PELTOLA, E.; BOURDONAU, P. Does on-field sprinting performance in young soccer players depend on how fast they can run or how fast they do run? **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.9, p.2634-8, 2011.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BUCHHEIT, M.; SIMPSON, B.M.; BOURDON, P.C. Match play intensity distribution in youth soccer. **International Journal of Sports Medicine**, v.34, n.2, p.101-10, 2013.

MENDEZ-VILLANUEVA, A.; HAMER, P.; BISHOP, D. Fatigue in repeated-sprint exercise is related to muscle power factors and reduced neuromuscular activity. **European Journal of Applied Physiology**, v.103, n.4, p.411-9, 2008.

METAXAS, T.I. Match running performance of elite soccer players: vo_2max and players position influences. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.x, n.x, p.x, 2018.

MICHAILIDIS, Y.; TABOURIS, A.; METAXAS, T. Effects of plyometric and directional training on physical fitness parameters in youth soccer players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.14, p.1-7, 2019.

MILANEZ, V.F.; PEDRO, R.E.; MOREIRA, A. et al. The role of aerobic fitness on session rating of perceived exertion in futsal players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.6, p.358-66, 2011.

MILOSKI, B.; MOREIRA, A.; ANDRADE, F.C.; FREITAS, V.H. et al. Do physical fitness measures influence internal training load responses in high-level futsal players? **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.54, p.588-94, 2014.

MIRANDA, R.E.E.P.C.; ANTUNES, H.K.M.; PAULI, J.R.; PUGGINA, E.F. et al. Effects of 10-week soccer training program on anthropometric, psychological, technical skills and specific performance parameters in youth soccer players. **Science and Sports**, v.28, p.81-87, 2013.

MOHR, M.; KRUSTRUP, P.; BANGSBO, J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. **Journal of Sports Science**, v.21, p.7, p.519-28, 2003.

NAKAMURA, F.Y.; PEREIRA, L.A.; RABELO, F.N.; RAMIREZ-CAMPILLO, R. et al. Faster futsal players perceive higher training loads and present greater decreases in sprinting speed during the preseason. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 30: 1553-62, 2016.

PAUL, D.J.; BRADLEY, P.S.; NASSIS, G.P. Factors affecting match running performance of elite soccer players: shedding some light on the complexity. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.10, n.4, p.516-9, 2015.

RAGO, V.; SILVA, J.; MOHR, M.; RANDERS, M.; BARREIRA, D.; KRUSTRUP, P.; REBELO A. Influence of opponent standard on activity profile and fatigue development during preseasonal friendly soccer matches: a team study. **Research in Sports Medicine**, v.26, n.4, p.413-424, 2018.

RAMPININI, E.; ALBERTI, G.; FIORENZA, M.; RIGGIO, M. et al. Accuracy of GPS devices for measuring high-intensity running in field-based team sports. **International Journal of Sports Medicine**, v.36, 1, p.49-53, 2015.

RAMPININI, E.; BISHOP, D.S.; MARCORA, M.; BRAVO, F.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International journal of sports medicine**, v.28, n.3, p.228-35, 2007.a

RAMPININI, E.; COUTTS, A.J.; CASTAGNA, C.; SASSI, R.; IMPELLIZZERI, F.M. Variation in top level soccer match performance. **International journal of sports medicine**, v.28, n.12, p.1018-24, 2007.b

RAMPININI, E.; IMPELLIZZERI, F.M.; CASTAGNA, C.; COUTTS, A.J. et al. Technical performance during soccer matches of the Italian Serie A league: effect of fatigue and competitive level. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.1, p.227-33, 2009.

REBELO, A.; BRITO, J.; SEABRA, A.; OLIVEIRA, J. et al. Physical match performance of youth football players in relation to physical capacity. **European Journal of Sport Science**, v.1, 2014.

RIC, A.; TORRENTS, C.; GONÇALVES, B.; TORRES-RONDA, L.; SAMPAIO, J. et al. Dynamics of tactical behaviour in association football when manipulating players' space of interaction. **PLoS One**. v.14, p.12, 2017.

ROMERO-FRANCO, N.; JIMÉNEZ-REYES, P.; CASTAÑO-ZAMBUDIO, A.; CAPELO-RAMÍREZ, F. et al. Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. **European Journal of Sport Science**, v.17, n.4, p.386-392, 2017.

ROSS, A.; LEVERITT, M.; RIEK, S. Neural influences on sprint running: training adaptations and acute responses. **Sports Medicine**, v.31, n.6, p.409-25, 2001.

RUSSELL, M.; SPARKES, W.; NORTHEAST, J.; COOK, C.J. et al. Changes in acceleration and deceleration capacity throughout professional soccer match-play. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n.10, p.2839-44, 2016.

SANDFORD, G.N.; ALLEN, S.V.; KILDING, A.E.; ROSS, A.; LAURSEN, P.B. Anaerobic Speed Reserve: A key component of elite male 800m running. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, p.1-21, 2018.

SANDFORD, G.N.; ROGERS, S.A.; SHARMA, A.P.; KILDING, A.E.; ROSS, A.; LAURSEN, P.B. Implementing anaerobic speed reserve testing in the field: validation of vvo₂max prediction from 1500m race performance in elite middle-distance runners. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.31, p.1, 2019.

SCHIMPCHEN, J.; SKORSKI, S.; NOPP, S.; MEYER, T. Are “classical” tests of repeated-sprint ability in football externally valid? A new approach to determine in-game sprinting behaviour in elite football players. **Journal of Sports Sciences**, v.34, n.6, p.519–526, 2016.

SCOTT, D.; LOVELL, R. Individualisation of speed thresholds does not enhance the dose-response determination in football training. **Journal of Sports Sciences**, v.36, n.13, p.1523-1532, 2018.

SELMİ, M.A.; AL-HADDABI, B.; YAHMED, M.H.; SASSI, R.H. Does maturity status affect the relationship between anaerobic speed reserve and multiple sprints sets performance in young soccer players? **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, 2017.

SERRANO, J.S.; PIZARRO, A.P.; GARCÍA-GONZALES, L.; DOMÍNGUEZ, A.M. et al. Evolution of tactical behavior of soccer players across their development. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v.17, n.6, 2017.

SILVA, A.S.R.; BONETTE, A.L.; SANTHIAGO, V.; GOBATTO, C.A. Effects of soccer training on the running speed and the blood lactate concentration at the lactate minimum test. **Biology of Sport**, v.24, p.105-114, 2007.

SLIMANI, M.; NIKOLAIDIS, P.T. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.59, n.1, p.141-163, 2019.

SMITH, M.R.; THOMPSON, C.; MARCORA, S.M.; SKORSKI, S. et al. Mental fatigue and soccer: current knowledge and future directions. **Sports Medicine**, v.48, n.7, p.1525-1532, 2018.

SOUSA, A.C.; FERNANDES, R.J.; BOAS, J.P.V.; FIGUEIREDO, P. High-intensity interval training in different exercise modes: lessons from time to exhaustion. **International Journal of Sports Medicine**, v.39, n.9, p.668-673, 2018.

SPORIS, G.; JUKIC, I.; OSTOJIC, S.M.; MILANOVIC, D. Fitness profiling in soccer: physical and physiologic characteristics of elite

players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.7, p.1947-1953, 2009;

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

SWEETING, A.J.; CORMACK, S.J.; MORGAN, S.; AUGHEY, R.J. When is a sprint a sprint? A review of the analysis of team-sport athlete activity profile. **Frontiers in Physiology**, v.8, p.432, 2017.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. v.25, n.5, p.620-7, 1993.

TEIXEIRA, A.S.; DA SILVA, J.F.; CARMINATTI, L.J.; DITTRICH, N. et al. Reliability and validity of the Carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, p.3264-73, 2014.

THOMAS, JERRY R. & NELSON, JACK K. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. Tradução: Ricardo Petersen et al. – 3. ed. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

TØNNESSEN, E.; HEM, E.; LEIRSTEIN, S.; HAUGEN, T.; SEILER, S. Maximal aerobic power characteristics of male professional soccer players.1989-2012. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.8, n.3, p.323-9, 2013.

VARLEY, M.C.; FAIRWEATHER, I.H.; AUGHEY, R.J. Validity and reliability of GPS for measuring instantaneous velocity during acceleration, deceleration, and constant motion. **Journal of Sports Sciences**, v.30, n.2, p.121-7, 2012.

VIGH-LARSEN, J.F.; DALGAS, U.; ANDERSEN, T.B. Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.32, n.4, p.1114-1122, 2018.

VIGNE, G.; GAUDINO, C.; ROGOWSKI, I.; ALLOATTI, G.; HAUTIER, C. Activity profile in elite Italian soccer team. **International Journal of Sports Medicine**, v.31, n.5, p.304-10, 2010.

WALDRON, M.; HIGHTON, J. Fatigue and pacing in high-intensity intermittent team sport: an update. **Sports Medicine**, v.44, n.12, p.1645-58, 2014.

WEHBE, G.M.; HARTWIG, T.B.; DUNCAN, C.S. Movement analysis of Australian national league soccer players using global positioning system technology. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.3, p.834-42, 2014.

WEYAND, P.G.; BUNDLE, M.W. Energetics of high-speed running: integrating classical theory and contemporary observations. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.288, n.4, p.956-65, 2005.

ZAMPARO, P.; ZADRO, I.; LAZZER, S.; BEATO, M.; SEPULCRI, L. Energetics of shuttle runs: the effects of distance and change of direction. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.6, p.1033-9, 2014.

ANEXO A – MANUSCRITO 1

SCIENCE IN SOCCER
AND FUTSAL

HUMAN MOVEMENT (ISSN 1899-1955)

2018; 19(5) special/issue: 65–72

THE ANAEROBIC SPEED RESERVE OF HIGH-LEVEL
SOCCER PLAYERS: A COMPARISON BASED ON THE RUNNING
SPEED PROFILE AMONG AND WITHIN PLAYING POSITIONS

© University School of Physical Education in Wrocław

original paper

DOI: <https://doi.org/10.5114/hm.2018.81287>

JAELSON GONÇALVES ORTIZ^{1,2}, ANDERSON SANTIAGO TEIXEIRA¹,
PEDRO AUGUSTO MOHR^{1,2}, PAULO CESAR DO NASCIMENTO SALVADOR¹,
TIAGO CETOLIN^{1,3}, LUIZ GUILHERME ANTONACCI GUGLIELMO¹,
RICARDO DANTAS DE LUCAS¹

¹ Sports Center, Physical Effort Laboratory, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, Brazil² Avaí Futebol Clube, Florianópolis, Brazil³ Figueirense Futebol Clube, Florianópolis, Brazil

ABSTRACT

Purpose. The aim of the study was to examine the differences of the anaerobic speed reserve (ASR) in soccer players according to the playing positions (defenders, midfielders, and forwards).

Methods. Overall, 120 elite-level national Brazilian soccer players (46 defenders, 45 midfielders, and 29 forwards) performed a field incremental test to estimate maximal aerobic speed (MAS) and a 30-m sprint to determine maximal sprinting speed (MSS). The difference between MAS and MSS was used to estimate ASR. Players were classified by position and by MAS and MSS performance. For each playing position, they were ranked and divided into higher and lower MSS (MSS-H and MSS-L, respectively) and MAS (MAS-H and MAS-L, respectively) groups. The players' ASR was compared among these groups.

Results. The comparison of ASR within playing position showed no difference among defenders, midfielders, or forwards. In addition, a higher ASR was found for the fastest players (MSS-H) in all playing positions as compared with their MSS-L counterparts. When ASR was compared between MAS-H and MAS-L, a significant difference ($p < 0.05$) was observed.

A high correlation was noted between ASR and MSS ($r = 0.72$; $p < 0.001$) and between ASR and MAS ($r = -0.63$; $p < 0.001$).

Conclusions. MSS is the main index that determines the magnitude of ASR, which should be considered when characterizing the soccer players' running speed profile. However, no difference was found when the playing positions were compared, indicating similar characteristics of the running profile in a large sample of soccer players.

Key words: aerobic assessment, metabolic profile, running speed, physical capacity

Introduction

The assessment of aerobic and anaerobic maximal speed in soccer players individually supports the running training [1], as well as provides a better comprehension of the differences in match performance among players [2]. In addition, the concept of anaerobic speed reserve (ASR), which represents the variation between the maximal aerobic and anaerobic power – i.e. maximal aerobic speed (MAS) and maximal sprinting speed

(MSS), respectively – could determine individual distinctions of fitness profiles within a soccer team.

Considering that ASR is an important measure capable to define tolerance during supramaximal-intensity exercise [1, 3, 4], it can be useful when comparing players of the same tactical function or between playing-position groups [5, 6]. Traditionally, the upper and lower boundaries of ASR have been considered for the analyses of soccer players' physical profile [7–9].

During the dynamics of a soccer match, players from

Correspondence address: Jaelson Gonçalves Ortiz, Sports Center, Physical Effort Laboratory, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis – SC, Brazil, e-mail: ortiz_edfisica@yahoo.com.br

Received: October 30, 2018

Accepted for publication: January 5, 2019

Citation: Ortiz JG, Teixeira AS, Mohr PA, Do Nascimento Salvador PC, Cetolin T, Guglielmo LGA, De Lucas RD. The anaerobic speed reserve of high-level soccer players: a comparison based on the running speed profile among and within playing positions. Hum Mov. 2018;19(5)special/issue:65–72; doi: <https://doi.org/10.5114/hm.2018.81287>.

ANEXO B – Parecer consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: MEDIDAS FISIOLÓGICAS DETERMINANTES DO DESEMPENHO FÍSICO ASSOCIADAS À ANÁLISE DE JOGO EM ATLETAS DE FUTEBOL

Pesquisador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63086316.1.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.047.140

Apresentação do Projeto:

Projeto de doutorado de Jaelson Gonçalves Ortiz no PPG em Educação Física da UFSC, que tem como objetivo verificar os efeitos de treinamento de um protocolo de comida supra máximo a 115% da máxima velocidade aeróbica sobre a v-AnR. Identificar a influência da v-AnR sobre o desempenho de jogo por meio da tecnologia de GPS e comparar as relações entre as isoformas do genótipo da ACTN3 com a v-AnR em atletas de futebol. Participarão deste estudo 40 atletas de futebol do sexo masculino, com idade entre 16 e 20 anos que disputam competições de nível nacional. Os participantes irão realizar testes laboratoriais e de campo para determinação de variáveis fisiológicas como o VO₂max, vVO₂max, pico de velocidade (PV), lactato mínimo, capacidade de sprints repetidos e máxima velocidade de sprint. Os voluntários do estudo serão submetidos a avaliações laboratoriais como uma avaliação antropométrica para caracterizar a amostra, teste de salto para determinação da potência, teste de em bicicleta ergométrica para determinação do lactato mínimo e teste de corrida em esteira para determinação do VO₂max. Além disso os voluntários realizarão coleta de sangue para a determinação das isoformas do genótipo da ACTN3. As avaliações de campo envolverão testes de corrida aeróbica para determinação do PV, e de velocidade para determinar a MVS.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
 Telefone: (48)3721-6034 E-mail: cep.propos@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.047.140

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Verificar as adaptações fisiológicas de um protocolo de treinamento de 8 semanas na Intensidade de 115% da MVA sobre a v-AnR e as associações desta variável com as demandas de Jogos durante competições e verificar se existe influência das isoformas do genótipo ACTN3 para determinação da v-AnR em jogadores de futebol. **Objetivo Secundário:** Determinar e comparar a máxima velocidade de sprint (MVS) no teste de 20m lançados e o Pico de Velocidade (PV) no teste T-CAR pré e pós treinamento. Determinar a velocidade anaeróbia de reserva a partir da diferença entre a MVS e o PV pré e pós treinamento. Determinar e comparar o VO₂max, a vVO₂max e a velocidade relativa ao lactato mínimo a partir de um teste incremental realizado em esteira rolante e o teste de Wingate realizado em uma bicicleta ergométrica pré e pós treinamento. Determinar e comparar a potência muscular no Counter Movement Jump (CMJ) pré e pós treinamento. Determinar e comparar a Taxa de Desenvolvimento de Força com a MVS. Determinar e comparar a potência pico a partir do teste de Wingate pré e pós treinamento. Determinar e comparar o tempo médio, melhor tempo e percentual de queda no teste de capacidade de sprints repetidos pré e pós treinamento. Determinar a distância percorrida nas diferentes intensidades a partir sistema de posicionamento global (GPS) durante oito jogos amistosos. Verificar a relação entre a distância percorrida mensurada por GPS com a v-AnR. Verificar se existe a influência das isoformas do genótipo ACTN3 determinada por meio de amostra salivar para determinação da v-AnR.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequada, particularmente no TCLE.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem comentários adicionais.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A folha de rosto vem assinada pelo pesquisador responsável e pelo vice-diretor do Centro de Desportos da UFSC. É apresentada uma declaração do Gerente de Futebol das Categorias de Base do Aval Futebol Clube informando que tomou conhecimento da pesquisa e que cumprirá os termos da res. 466/12. O cronograma informa que a coleta de dados será iniciada em julho de 2017. Orçamento informa que o custo da pesquisa será de R\$ 10,00, com financiamento próprio. O TCLE está adequado ao perfil dos participantes, apresenta detalhes de todos os procedimentos e riscos associados, traz campos específicos para manifestação de responsáveis por menores de 18 anos, e cumpre as exigências da res. 466/12.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Retorta II, R. Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
 Telefone: (48)3721-6004 E-mail: cap.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.017.140

Recomendações:

Sem recomendações adicionais.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_P ROJETO_701398.pdf	05/04/2017 17:48:03		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_.pdf	05/04/2017 17:47:47	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DOUTORADO_CRONOGR AMA_INCLUSO.pdf	05/04/2017 17:24:48	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	05/04/2017 17:18:13	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	05/04/2017 17:17:37	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_instituicao.pdf	29/11/2016 20:13:23	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declaracao_Pesquisador.pdf	29/11/2016 18:01:56	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito
Folha de Rosto	image20161128154527.pdf	29/11/2016 12:33:26	Jaelson Gonçalves Ortiz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

FLORIANÓPOLIS, 04 de Maio de 2017

Assinado por:
Yimar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Witor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

ANEXO C – Declaração UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como pesquisador responsável, afirmo que cumprirei os termos da Resolução CNS 466/2012 e suas complementares durante a realização do projeto de pesquisa: **MEDIDAS FISIOLÓGICAS DETERMINANTES DO DESEMPENHO FÍSICO ASSOCIADAS À ANÁLISE DE JOGO EM ATLETAS DE FUTEBOL.**

Florianópolis, 29/11/2016.

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
CPF: 134106818-84

ANEXO D – TCLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FÍSICA
ÁREA DE BIODINÂMICA DO DESEMPENHO HUMANO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa **MEDIDAS FISIOLÓGICAS DETERMINANTES DO DESEMPENHO FÍSICO ASSOCIADAS À ANÁLISE DE JOGO EM ATLETAS DE FUTEBOL**. Esta pesquisa segue as recomendações da Resolução 466/2012, publicado pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS). Agradecemos antecipadamente a vossa participação e colaboração.

Com a sua adesão ao estudo, você poderá estar disponível em uma ou mais etapas do estudo, num total de três etapas. A participação não é obrigatória e não envolve nenhum gasto para você, e todos os materiais necessários serão providenciados pelos pesquisadores. Não haverá nenhuma forma de compensação financeira, no entanto, no caso de eventuais danos decorrentes da participação na pesquisa, está garantido o direito de indenização. Os pesquisadores se responsabilizam pelo esclarecimento sobre a metodologia do estudo antes e durante o período da pesquisa, inclusive, garantindo à você o recebimento de uma cópia impressa deste documento (TCLE), sendo garantido também que a qualquer momento você possa desistir de participar e retirar seu consentimento.

O objetivo principal do estudo é analisar os efeitos de um modelo de treinamento de corrida intervalado e associar esses resultados com o desempenho de jogos e associar a proteína ACTN3, com desempenho em índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de futebol.

Divisão do estudo:

A 1ª Etapa do estudo se refere a um período de 8 semanas de treinamento de corrida intervalado onde testes laboratoriais e de campo antes e após este período serão utilizados.

A 2ª Etapa do estudo é referente a análise de jogo por meio do uso da tecnologia de posicionamento global (GPS), durante partidas de futebol.

A 3ª Etapa se refere a associação da proteína ACTN3 medida a partir de amostra salivar, com o desempenho em atletas de futebol.

Testes de laboratório - CDS/UFSC: Durante uma visita antes e uma após o período treinamento de 8 semanas será mensurada a sua massa corporal, estatura e o % de gordura, além disso, a sua potência máxima, média e índice de fadiga, será determinada por meio de um teste em uma bicicleta ergométrica, onde você irá desenvolver a máxima potência durante apenas 30 segundos para que possamos determinar sua capacidade anaeróbia láctica. Após 7 minutos de descanso, se dará início o teste de corrida com cargas progressivas para mensuração do consumo máximo de oxigênio (VO_2max), frequência cardíaca máxima ($FCmax$) e velocidade correspondente ao segundo limiar de transição fisiológica ($vBerg$), os quais serão realizados em esteira rolante (IMBRAMED, modelo 10.200). Inicialmente os atletas executarão o teste máximo de esteira com a velocidade inicial de $9 km.h^{-1}$ e 1% de inclinação com incrementos de $1 km.h^{-1}$ a cada 3 minutos até a exaustão voluntária. Para dosagem do lactato sanguíneo haverá um intervalo de 30 segundos entre cada estágio do teste para coleta de $25 \mu L$ de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado. Durante todo o período de avaliação (aproximadamente 50 minutos) os atletas receberão orientação básica para alcançar o seu limite de esforço, podendo o mesmo, solicitar a interrupção do teste no momento em que se sentir cansado ou se desejar finalizar. No teste de esforço máximo, o avaliado usará uma máscara no seu rosto para a coleta dos gases oxigênio e gás carbônico do ar expirado e um medidor da frequência cardíaca (FC). Duração de aproximadamente 50 minutos. Os resultados pré e pós serão comparados para verificar uma possível melhora do desempenho.

Com pelo menos 24 horas de intervalo em relação aos testes anteriores, você será submetido a uma coleta sanguínea de 5 ml da veia cubital do braço direito e a testes neuromusculares de potência de membros inferiores onde você realizará testes de saltos verticais como o *squat jump* (SJ) e o *counter movement jump* (CMJ). O SJ estabelece que o voluntário realize um salto vertical a partir de uma posição estática com o ângulo do joelho em aproximadamente 90° , com o tronco o mais vertical possível e as mãos na cintura, já o CMJ o avaliado pode utilizar o braços para a impulsão. Em seguida você irá realizar um teste de força máxima de membros inferiores em um equipamento isocinético (BIODEX) que possui uma cadeira acoplada, onde você ficará sentado e apto a realizar uma extensão e flexão de joelhos podendo assim ser determinado o nível de força (pico de torque) concêntrico e excêntrico do avaliado.

Testes de Campo – Centro de Formação de Atletas – CFA – AVAÍ FC:

Antes e após o período treinamento de 8 semanas será realizado o teste TCAR que consiste em corridas vai e vem, os quais são intercaladas por 6 segundos de recuperação, Duração de aproximadamente 30 minutos.

Com pelo menos 24 horas de intervalo em relação ao teste anterior, será aplicado os testes de velocidade de 30 metros e em seguida será aplicado o teste de resistência de velocidade Rampinini. O protocolo será composto por seis sprints de 40 metros com mudanças de sentido de 180° entre cada Sprint e um período de recuperação de 20 segundos entre cada sprint. Duração de aproximadamente 20 minutos. Os resultados pré e pós serão comparados para verificar uma possível melhora do desempenho.

Protocolo de Treinamento- Centro de Formação de Atletas – CFA – AVAÍ FC:

O modelo de treinamento intervalado será realizado na intensidade de 115% do pico de velocidade (PV) obtido por meio de um teste de campo (TCAR), consistindo de seis séries de dois minutos de esforço por três minutos de recuperação passiva entre as séries. Dentro da série a relação esforço : pausa será de 1:1 (12 de corrida por 12 segundos de recuperação), com as distâncias de corrida (6 segundos de tempo entre cada sinal sonoro) individualizadas pelo PV obtido no TCAR. Cada repetição é constituída por duas acelerações, uma desaceleração e uma mudança de sentido, enquanto que na duração total da sessão (seis séries) sem o aquecimento deverá ter a duração de 24 minutos. Após a realização da primeira e última sessões de treinamento haverá um período de recuperação ao final para cinco coletas de 25 µL de sangue do lóbulo da orelha em capilar heparinizado, para dosagem do lactato sanguíneo. O período de treinamento de 8 semanas serão incorporados na rotina diária de treinamento da equipe e acontecerão em intervalos de pelo menos 24 horas entre um treino e outro. Esses procedimentos ocorrerão durante o período preparatório do calendário de 2017.

Análise de Jogo por GPS: Durante partidas de futebol, caso esteja convocado pela equipe você fará uso de um sistema de posicionamento global (GPS), os quais não apresentam nenhum risco.

Para participar deste estudo você deve estar apto a realizar exercícios físicos de alta intensidade. Da mesma forma, deve estar ciente da possibilidade de ocorrência de desconforto gerado pelo esforço máximo dos testes e modelos experimentais, ou pelas coletas de sangue venosa, que serão realizadas na veia cubital do braço por um profissional habilitado e capacitado. O desconforto refere-se à picada da agulha, não requerendo nenhum cuidado especial posterior, além de existir a possibilidade de náuseas, vômito e dores musculares em decorrência do esforço intenso realizado nos testes e experimentos. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto durante este tipo de teste (American College of Sports Medicine). Será assegurada assistência à você tanto de forma imediata quanto integral em caso de danos decorrentes, direta ou indiretamente, pela pesquisa. Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você contribuirá para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e ao avanço das pesquisas, além de ser informado sobre sua composição corporal e marcadores de desempenho muscular, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

As pessoas que o acompanharão serão o Prof. Dr. Luiz Guilherme A. Guglielmo, Dr. Ricardo Dantas de Lucas, e o acadêmico do curso de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF) em nível de Doutorado da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) Jaelson Gonçalves Ortiz, um profissional de enfermagem, além de alguns colaboradores do Laboratório de Esforço Físico – LAEF/UFSC que cumprirão o que está disposto na resolução CNS 466/2012, caso algum dano venha ocorrer ao sujeito participante da pesquisa

Salientamos, ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento, sem penalização alguma. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos e relatórios que poderão ser apresentados em eventos e/ou periódicos científicos. A sua privacidade será mantida por meio da não identificação do seu nome. Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

Você receberá uma cópia deste termo assinada pelo pesquisador responsável. Guarde-a cuidadosamente, pois ela é um documento que garante os seus direitos como participante da pesquisa, e onde constam as informações de contato dos pesquisadores.

Caso deseje, você pode tirar suas dúvidas a qualquer momento com os presentes pesquisadores ou com o **COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS (CEPSH)** da UFSC, por meio dos contatos abaixo:

Prof. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo (Pesquisador Responsável da Pesquisa)

E-mail: luizguilherme@cds.ufsc.br

Telefones: (48) 3721-9924

Assinatura: _____

Jaelson Gonçalves Ortiz (Profissional Responsável pela pesquisa)

E-mail: ortiz_edfisica@yahoo.com.br

Telefone: (48) 99897375

Assinatura: _____

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS (CEPSH) da UFSC

Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Reitoria II, 4º andar, sala 401, Trindade, Florianópolis. Telefone: (48)3721-6094