



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**TREINAMENTO FUNCIONAL UTILIZADO COMO FORMA  
COMPLEMENTAR AO TREINAMENTO TÉCNICO TÁTICO  
EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL**

**DERMIVAL RIBEIRO MARQUES NETO**

São Cristóvão - SE  
2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**TREINAMENTO FUNCIONAL UTILIZADO COMO FORMA  
COMPLEMENTAR AO TREINAMENTO TÉCNICO  
TÁTICO EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL**

**DERMIVAL RIBEIRO MARQUES NETO**

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

**Orientador:** Profº Drº Marzo Edir Da Silva-Grigoletto

São Cristóvão - SE  
2022

DERMIVAL RIBEIRO MARQUES NETO

**TREINAMENTO FUNCIONAL UTILIZADO COMO FORMA  
COMPLEMENTAR AO TREINAMENTO TÉCNICO  
TÁTICO EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL**

Projeto apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Orientador: Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto

---

1º Examinador: Prof. Dr. João Henrique Gomes

---

2º Examinador: Prof. Dr. Raphael Fabricio de Souza

PARECER

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M357t Marques Neto, Dermal Ribeiro  
Treinamento funcional utilizado como forma complementar ao  
treinamento técnico tático em jovens jogadores de futebol /  
Dermal Ribeiro Marques Neto ; orientador Marzo Edir da Silva-  
Grigoletto. – São Cristóvão, SE, 2022.  
74 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade  
Federal de Sergipe, 2022.

1. Educação física. 2. Futebol – Treinamento técnico. 3.  
Exercícios físicos. 4. Esportes – Aspectos fisiológicos. I. Silva-  
Grigoletto, Marzo Edir da, orient. II. Título.

CDU 796.015

*Dedico esse trabalho a todos que contribuíram de alguma forma na minha trajetória. Em especial meus pais, que fazem de tudo por mim, minha família que é minha base e minha namorada que viveu e me apoiou durante toda essa jornada.*

## AGRADECIMENTOS

Meu intuito, desde o momento em que entrei na universidade, foi sempre trabalhar com esporte, em específico o futebol, modalidade que sempre fui apaixonado desde pequeno. Com a finalização desta etapa, sinto que estou me aproximando cada vez mais do meu objetivo. Por isso eu tenho que agradecer muito.

Em primeiro lugar a Deus, por esta sempre cuidado de mim. A meus pais (Patrícia e Edward), por fazerem de tudo, o alcançável e o inalcançável, para me dar as melhores condições para que eu possa realizar meu sonho. Minhas irmãs (Luma e Analu) que são minha base, deixando o dia a dia, da rotina mais leve. Minha namorada (Thayna), por me apoiar, me dá força, escutar minhas queixas, por esta comigo durante toda essa trajetória durante o mestrado. Meus tios, tias, primos, todos os membros da minha família, que acreditaram em mim e me ajudaram de alguma forma, direta ou indiretamente.

Gostaria de agradecer também a minha família de Aracaju, que ao meu lado, passaram por mal bocados, mas também por muitos momentos de felicidade (Vivian, Bia, Elô, Isabela, Douglas, João, Gustavo, Marquinhos). Agradecer a minha irmã que o mestrado me deu (Iohanna), por me ajudar em tudo, tirar minhas dúvidas, estudar junto e pela sua amizade.

Agradecer ao Clube Desportivo Confiança por abrir as portas para que a minha pesquisa fosse feita, agradecer a Diego e Ezequias por me auxiliarem e me acompanharem dentro do clube. Agradecer a comissão técnica do sub 20 (Zé Carlos, Miraldo e Batista) que me acolheram e me deram liberdade para trabalhar. Agradecer também aos atletas que participaram desse estudo. Agradecer ao amigo que eu fiz dentro do clube (Danilo), por me ajudar nas avaliações, nos treinos, e no transporte com as infinitas caronas. Agradecer a todos que me ajudaram nas avaliações (Max, Thayna, Diego e Levy) e passaram por toda aquela correria comigo.

Gostaria de agradecer ao Functional Training Group (FTG) e todos os seus integrantes que de alguma forma contribuíram para que conseguisse chegar até aqui. A Léo e Raphael por ter me ajudado na correção do trabalho

escrito. Ao professor Marzo por todos os ensinamentos durante a graduação e o mestrado. Por fim, a todos que me ajudaram de forma, direta e indireta, mas que não foram citados, sintam-se abraçados. Então muito obrigado a todos, nada disso seria possível sem o suporte de todos vocês. Amo todos!

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”. (Marthin Luther King)*

## RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar os efeitos do TF orientado à velocidade (VOTF) e TF orientado à força (SOTF) em diferentes parâmetros do COD, capacidade de salto, e velocidade linear em jogadores de futebol sub-20. Para isso foi realizada um estudo quase experimental no período de pré temporada, com duração de seis semanas. 22 jogadores sub-20 foram randomizados em dois grupos: treinamento funcional orientado à velocidade (VOFT) e treinamento funcional orientado à força (SOFT). Os participantes foram avaliados no momento pré (semana um) e no momento pós-intervenção (semana seis) no teste de corrida em L para o lado direito e para o lado esquerdo para avaliar o COD veloz ( $\leq 90^\circ$ ) e no teste de ziguezague para avaliar o COD força ( $> 90^\circ$ ). Altura de salto foi aferida pelo salto com contramovimento (CMJ) usado para avaliar força elástica e pelo salto de agachamento (SJ) usado para avaliar a força concêntrica. A velocidade máxima foi avaliada pelo teste de *sprint* em 20 metros. O índice de déficit de mudança de direção (COD déficit) foi calculado para todos os testes de COD. Ambos os grupos apresentaram melhora significativa ao longo do tempo no teste de corrida em L para o lado direito (VOFT - pré:  $4.09 \pm 0.16$  s; pós:  $3.88 \pm 0.10$  s;  $p = 0.004$ ;  $g = 1.29$ ); (SOFT pré:  $4.07 \pm 0.07$  s; pós:  $3.80 \pm 0.13$  s;  $p < 0.001$ ;  $g = 2.40$ ). Assim como para o ziguezague teste (VOFT - pré:  $5.89 \pm 0.14$  s; pós:  $5.65 \pm 0.25$  s;  $p = 0.002$ ;  $g = 0.98$ ); SOFT (pré:  $5.84 \pm 0.10$  s; pós:  $5.59 \pm 0.17$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 1.65$ ). O COD déficit da corrida em L para o lado direito também diferiu significativamente para o VOFT (pré:  $1.09 \pm 0.12$ s; pós:  $0.88 \pm 0.12$  s;  $p = 0.006$ ;  $g = 1.40$ ) e para o SOFT (pré:  $1.12 \pm 0.06$  s; pós:  $0.83 \pm 0.09$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 3.44$ ). O teste de *sprint* em 20 metros, o teste de corrida em L para o lado esquerdo e o COD déficit da corrida em L para o lado esquerdo não diferiram significativamente para nenhum grupo em nenhum momento. Apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa ao longo do tempo, o CMJ apresentou tamanho de efeito pequeno para o VOFT (pré:  $37.54 \pm 4.56$  cm; pós:  $39.59 \pm 2.16$  cm;  $p = 0.10$ ;  $g = 0,49$ ) e SOFT (pré:  $40.14 \pm 4.14$  cm; pós:  $41.19 \pm 3.10$ ;  $p = 0.29$ ;  $g = 0,26$ ). Enquanto o SJ apresentou tamanho de efeito moderado para o VOFT (pré  $35.87 \pm 3.74$  cm; pós:  $38.50 \pm 3.57$  cm;  $p = 0,07$ ;  $g = 0,58$ ) e pequeno para o SOFT (pré:  $38.35 \pm 3.73$ ; pós:  $39.98 \pm 2.17$ ;  $p = 0.16$ ;  $g = 0,49$ ). Além disso, não houve diferença

significativa entre grupos para nenhuma variável. Portanto conclui-se que a aplicação de protocolos de TF orientados para velocidade ou força como forma complementar ao treinamento técnico tático (TTT), ao longo de quatro semanas promove mudanças significativas em diferentes parâmetros de corrida COD em atletas de futebol sub-20.

**Palavras-chave:** Esporte, Treinamento Intervalado de Alta Intensidade, Exercícios em Circuitos, Treinamento de Força, Exercício Pliométrico.

## ABSTRACT

The objective of this study was to compare the effects of speed-oriented TF (VOTF) and strength-oriented TF (SOTF) in different parameters of COD, jumping ability, and linear speed in under-20 soccer players. For this, a quasi-experimental study was carried out in the pre-season period, lasting six weeks. 22 under-20 players were randomized into two groups: speed-oriented functional training (VOFT) and strength-oriented functional training (SOFT). Participants were evaluated pre- (week one) and post-intervention (week six) in the right-side and left-side L running test to assess fast COD ( $\leq 90^\circ$ ) and in the running test. zigzag to assess COD strength ( $> 90^\circ$ ). Jump height was measured by the countermovement jump (CMJ) used to assess elastic strength and by the squat jump (SJ) used to assess concentric strength. The maximum speed was evaluated by the sprint test in 20 meters. The turn-of-turn deficit index (COD deficit) was calculated for all COD tests. Both groups showed significant improvement over time in the L-run test for the right side (VOFT - pre:  $4.09 \pm 0.16$  s; post:  $3.88 \pm 0.10$  s;  $p = 0.004$ ;  $g = 1.29$ ); (SOFT pre:  $4.07 \pm 0.07$  s; post:  $3.80 \pm 0.13$  s;  $p < 0.001$ ;  $g = 2.40$ ). As for the zigzag test (VOFT - pre:  $5.89 \pm 0.14$  s; post:  $5.65 \pm 0.25$  s;  $p = 0.002$ ;  $g = 0.98$ ); SOFT (pre:  $5.84 \pm 0.10$  s; post:  $5.59 \pm 0.17$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 1.65$ ). The COD deficit of running in L for the right side also differed significantly for VOFT (pre:  $1.09 \pm 0.12$ s; post:  $0.88 \pm 0.12$  s;  $p = 0.006$ ;  $g = 1.40$ ) and for SOFT (pre:  $1.12 \pm 0.06$  s; post:  $0.83 \pm 0.09$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 3.44$ ). The 20-meter sprint test, the left-side L-run test, and the left-side L-run deficit COD did not differ significantly for either group at any time point. Despite not showing a statistically significant difference over time, CMJ had a small effect size for VOFT (pre:  $37.54 \pm 4.56$  cm; post:  $39.59 \pm 2.16$  cm;  $p = 0.10$ ;  $g = 0.49$ ) and SOFT (pre:  $40.14 \pm 4.14$  cm; post:  $41.19 \pm 3.10$ ;  $p = 0.29$ ;  $g = 0.26$ ). While SJ had a moderate effect size for VOFT (pre  $35.87 \pm 3.74$  cm; post:  $38.50 \pm 3.57$  cm;  $p = 0.07$ ;  $g = 0.58$ ) and small for SOFT (pre:  $38.35 \pm 3.73$ ; post:  $39.98 \pm 2.17$ ;  $p = 0.16$ ;  $g = 0.49$ ). In addition, there was no significant difference between groups for any variable. Therefore, it is concluded that the application of TF protocols oriented to speed or strength as a complement to technical tactical

training (TTT), over four weeks, promotes significant changes in different COD running parameters in under-20 soccer athletes.

**Keywords:** Sports, High-Intensity Interval Training, Circuit-based exercise, Resistance Training, Plyometric Exercise.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO GERAL .....	4
2.1 Objetivo específico.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	5
3.1 Características gerais do futebol.....	5
3.2 Características antropométricas dos jogadores .....	5
3.3 Demanda de ações durante uma partida .....	6
3.4 Demanda de capacidades físicas do futebol.....	7
3.5 Evolução do futebol.....	9
3.6 Mudança de direção (COD) .....	10
3.7 COD déficit.....	12
3.8 Diferentes métodos de treinamento para desenvolver o COD.....	14
3.9 Treinamento funcional no futebol.....	15
3.10 Controle de carga.....	17
4. METODOLOGIA.....	20
4.1 Design experimental .....	20
4.2 Critérios de inclusão e exclusão.....	21
4.3 Participantes .....	22
4.4 Organização das sessões de treinamento .....	22
4.5 Procedimentos de teste .....	24
4.6 Medidas antropométricas .....	24
4.7 Teste de salto com agachamento (SJ).....	25
4.8 Teste de salto com contramovimento (CMJ).....	25
4.9 Teste de corrida de 20 metros .....	26
4.10 Corrida em L modificada .....	26
4.11 Teste em ziguezague.....	26

4.12 Monitoramento de carga de treinamento .....	27
4.13 Análise estatística .....	27
5.RESULTADOS .....	28
5.1 Volume de treinamento e carga interna de treinamento .....	28
5.2 Desempenho de COD e COD déficit.....	28
5.3 Capacidade de salto e velocidade linear.....	33
6.DISSCUSSÃO .....	34
7. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS.....	40

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Gráfico ilustrando os determinantes mecânicos de COD. ....	12
<b>Figura 2.</b> Modelo tradicional do cálculo da relação agudo: crônico.....	19
<b>Figura 3.</b> Modelo desacoplado do cálculo da relação agudo: crônico. ....	20
<b>Figura 4.</b> Linha do tempo mostrando a organização semanal do desenho experimental. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 5.</b> Divisão média de tempo após quatro semanas de treinamento para ambos os grupos. ....	28
<b>Figura 6.</b> Desempenho médio dos atletas nos testes de COD e COD déficit ..	31
<b>Figura 7.</b> Comportamento individual dos jogadores para o Teste de corrida em L de acordo com sua dominância de pé. ....	32

## ÍNDICE DE TABELAS

**Tabela 1.** Exercícios utilizados nos protocolos de treinamento funcional.....**Erro!**  
**Indicador não definido.**

**Tabela 2.** Análise das variáveis descritivas dos participantes..... 22

**Tabela 3.** Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos VOFT e em pré e pós-intervenção. .... 33

**Tabela 4.** Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos SOFT e em pré e pós-intervenção. .... 33

## 1. INTRODUÇÃO

O futebol é considerado um esporte invasivo, predominantemente aeróbico, com ações intermitentes de alta intensidade ao longo do jogo (1). Em uma partida, os atletas estão correndo em intensidade baixa a moderada na maior parte do tempo (1). No entanto, os *sprints* em linha reta são ações mais frequentes em situações de gol, evidenciando a importância da velocidade em momentos cruciais do jogo (2). Além disso, ao longo dos anos, houve um aumento considerável nas exigências físicas do futebol, principalmente devido ao aumento da distância e do tempo em corridas e *sprints* de alta intensidade (3), demonstrando o aumento da intensidade do jogo e exigindo mais excelência na aptidão física dos atletas (4).

Algumas estratégias de treinamento como jogos reduzidos (5) e treinamento intervalado de alta intensidade (6) melhoram componentes físicos que contribuem para a realização de ações de alta intensidade no futebol. Tais métodos de treinamento demonstraram um aumento significativo na velocidade linear, desempenho de *sprint* e capacidade de realizar *sprints* repetidos (5,6). Outro componente físico entre as ações de alta intensidade no futebol é a mudança de direção (COD), uma capacidade relacionada com a criação de uma chance de gol e, conseqüentemente, o resultado da partida (2,7,8). COD é caracterizado por ser um movimento rápido e pré-planejado com COD, no qual o atleta precisa aplicar força em um curto espaço de tempo (8). Esta medida pode ser diferenciada em COD veloz e COD força. O COD veloz requer poucas ações de desaceleração e pouco tempo de contato com o solo devido ao menor ângulo COD ( $\leq 90^\circ$ ), perdendo pouca velocidade (9). O COD força requer uma ação de desaceleração mais significativa, exigindo mais tempo para mudar de direção, devido à angulação ( $>90^\circ$ ) exigir maior taxa de força durante a execução (10). Portanto, gerar potência, força reativa e velocidade de *sprint* em linha reta é essencial para melhorar o desempenho do COD (8,11) e é necessário realizar programas de treinamento que desenvolvam essas capacidades físicas.

Sendo assim, uma revisão sistemática com meta-análise (8) identificou os efeitos positivos de diferentes abordagens de treinamento em diferentes parâmetros de desempenho de COD. Os resultados mostraram efeitos positivos

do treinamento de força no COD força e uma influência positiva do treinamento de *sprint* no desenvolvimento do COD veloz. Vale ressaltar também que os autores observaram um efeito positivo do treinamento pliométrico na melhora de ambos os tipos de COD. Outro achado importante do estudo foi o efeito positivo do treinamento combinado realizado entre cinco e oito semanas de treinamento no COD. Os autores observaram uma melhora de 3,18% para os grupos experimentais avaliados na revisão, com tamanhos de efeito variando de pequeno a muito grande para o COD veloz e COD força.

Com base nesses resultados, uma abordagem que combina várias capacidades físicas na sessão de treinamento, incluindo força, potência e velocidade, que tem ficado bastante evidente nos últimos anos, é o treinamento funcional (TF). Atletas de diferentes modalidades têm utilizado essa abordagem devido à proposta de estimular diferentes capacidades físicas de forma integrada e organizada em uma mesma sessão, proporcionando diferentes estímulos neuromusculares, mantendo a especificidade e a transferência para o esporte (11–13). Considerando a característica do esporte, principalmente o futebol, que envolve o desenvolvimento de múltiplas capacidades físicas dentro de um mesmo programa de treinamento, o TF parece ser uma estratégia viável para jogadores de futebol (13).

Nessa visão, Xiao et al (11) reuniram os principais estudos que investigaram os efeitos do TF sobre os componentes físicos de atletas de diferentes modalidades. Eles identificaram uma melhora significativa na velocidade, força, potência, COD e capacidade de salto (11). Dos nove estudos selecionados, três envolveram atletas de futebol com um grupo experimental. Em um estudo, a velocidade de atletas sub-17 foi avaliada em diferentes distâncias, e eles obtiveram resultados favoráveis (14). Em dois outros estudos, atletas sub-15 e sub-17 foram avaliados em seu desempenho de COD e capacidade de salto, mas os autores não encontraram nenhuma diferença significativa em ambas as variáveis (15,16). Embora atletas de futebol sub-15 e sub-17 não tenham melhorado essas capacidades físicas, atletas de outras modalidades mostraram melhoras (11). É fundamental ressaltar que a eficácia do treinamento e o desempenho físico, principalmente no COD e na capacidade de salto, dependem, entre outros fatores, da idade e do nível competitivo dos

atletas. Nesse sentido, até onde sabemos, ainda não está claro na literatura científica se o TF pode melhorar o COD e a habilidade de salto em atletas de futebol sub-20.

Além disso, diferenças na orientação do COD (força ou veloz) também exigem mudanças na relevância e no caráter dos exercícios prescritos para melhorar o desempenho da COD. Falch et al. (8) mostraram que o treinamento com ênfase na força (treinamento de força) é mais eficaz para melhorar o COD força; da mesma forma, o treinamento de *sprint* é mais eficaz para melhorar o COD veloz. Sabe-se que mudanças na organização da estrutura do TF (exercícios utilizados, complexidade, materiais, métodos de treinamento, densidade e volume) podem contribuir para o desenvolvimento de capacidades físicas específicas, estimulando e melhorando outras capacidades na mesma sessão (12). Portanto, o aumento do volume do TF em exercícios orientados à força pode melhorar o COD força e o aumento do volume do TF nos exercícios orientados à velocidade pode melhorar o COD veloz. Da mesma forma, o aumento do volume em exercícios pliométricos, no TF podem melhorar ambos os parâmetros. No entanto, ao nosso conhecimento, esta hipótese não foi testada na literatura científica.

Portanto, de acordo com a literatura científica sobre TF em atletas (11), assumimos como hipótese que o período de quatro semanas de TF como forma complementa ao treinamento técnico tático (TTT), independente da orientação, melhorará o desempenho em medidas diretas e indiretas relacionadas à COD, velocidade linear e capacidade de salto em jogadores de futebol sub-20.

## **2. OBJETIVO**

Comparar os efeitos do TF orientado à velocidade (VOTF) e TF orientado à força (SOTF) em diferentes parâmetros do COD, capacidade de salto, e velocidade linear em jogadores de futebol sub-20.

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### ***3.1 Características gerais do futebol***

O futebol é um dos esportes mais populares do mundo, praticado por homens e mulheres, crianças e adultos com os mais variados níveis de experiência (1,17). Uma partida de futebol normalmente é composta por dois períodos de 45 minutos, com um intervalo de 15 minutos de recuperação (17). As dimensões do campo de jogo podem variar de 100 a 110 metros de comprimento por 64 a 75 metros de largura (17). Uma partida é disputada entre duas equipes, cada uma com 11 jogadores, que tem por objetivo transporta uma bola através do campo adversário e coloca-la dentro do gol/trave, o maior número de vezes possível (17). Com exceção das mãos, os jogadores podem utilizar qualquer parte do corpo (principalmente o pé) para alcançar essa meta (17).

#### ***3.2 Características antropométricas dos jogadores***

Em um time de futebol, as características antropométricas podem variar de acordo com as posições dos jogadores. Por exemplo, os goleiros normalmente são os atletas que possuem a maior altura e o maior peso dentro de uma equipe (18) . Os defensores e atacantes possuem altura e peso similar (18). Enquanto os jogadores de meio campo em geral são os mais baixos e mais leves (18)

A porcentagem de gordura corporal, dos goleiros também é a maior do time, podendo variar entre 11,2 a 31,91% (19). Os zagueiros veem em segundo com uma variação de 8,5 a 29,84% (19). Os meios campistas são os atletas que apresentam menor gordura corporal quando comparado as outras posições, podendo variar 8,4 a 25,82% (19). Os atacantes também apresentam pouca gordura corporal, ficando atrás apenas dos meios campistas com uma variação entre 9,39 e 27,89% (19). Entretanto vale lembrar que esses valores são referentes as diferentes faixas etárias e os diferentes de níveis de experiência no futebol. Para a elite masculina os valores médios relatados para uma equipe de atletas é entre 9,9 a 11,9% (19). Sendo assim os jogadores de futebol de elite, comumente apresentam um perfil somatótipo mesomorfo, com pouca gordura corporal e predominância muscular esquelética (19).

### **3.3 Demanda de ações durante uma partida**

De acordo com Stolen et al (1), em uma partida os jogadores realizam um total de 1000 a 1400 ações por jogo. Dentre essas existe a corrida, que em sua maioria e acontece em uma intensidade moderada a baixa, com em média 8% da distância total da corrida acontecendo em alta intensidade (1,20). Ou seja, existe um maior predomínio do metabolismo aeróbica em comparação com o metabolismo anaeróbica (1).

Uma prova disso é que os jogadores de futebol normalmente percorrem longas distancias com uma média de 10 a 14 km por partida, sendo que apenas 2 km é realizado em alta intensidade (21,22). Portanto exigindo dos jogadores profissionais de futebol uma boa capacidade cardiorrespiratória. De acordo com Stolen et al (1) para disputar uma partida em alto nível um atleta tem que possuir em média 50 a 75 ml/kg/min de volume de oxigênio máximo ( $VO_{2max}$ ). Sendo que em uma partida os atletas chegam a utilizar até 75% desse  $VO_{2max}$ . Em especial, os meio campistas, que são os jogadores que cobrem uma maior distância total, em contra partida os zagueiros podem possuir menos  $VO_{2max}$  do que as outras posições já que são os jogadores que percorrem menor distancia total em uma partida (21).

Entretanto apesar do metabolismo aeróbico dominar o gasto energético, as ações de alta intensidade são as mais decisivas e são realizadas predominantemente pelo metabolismo anaeróbico (1,2). Isso porque ações como *sprints*, saltos e mudanças de direção estão relacionados com a criação de chances de gols, podendo ser crucial para o resultado de uma partida (1,2).

Os *sprints*, são um exemplo de ações de alta intensidade, e eles ocorrem aproximadamente a cada 90 segundos, cada um durando 2-4 segundos (23). Totalizando aproximadamente de 300 a 600 metros de *sprints* em uma partida (22). Além disso, os *sprints* são as ações de alta intensidade mais presentes em situações ofensivas e decisivas (2). Sendo que, 96% desses *sprints* são realizados em menos de 30 metros, e 49% são realizados em menos de 10 m (1). De acordo com Stolen et al (1), um jogador profissional tem que ser capaz de realizar um *sprint* de 10 metros entre 1,79 e 1,90 segundos.

Entretanto tem posições específicas que realizam uma maior quantidade de *sprints* na partida que outras. Como por exemplo, os laterais, que são os atletas que realizam mais *sprints* dentro da equipe (1,24). Os atacantes ficam em segundo realizando mais *sprints* que os meios campistas e os zagueiros (24). Os meio campistas realizam mais *sprints* que os zagueiros (1). Os zagueiros, claramente, realizam menos *sprint* do que as outras posições de linha (1,24).

Os saltos também são muito importantes no futebol (2). Especialmente para os atacantes e zagueiros, devido a criação de chances de gol após um salto com cabeceio (2). É estimado que em uma partida os jogadores realizam cerca de 5 a 14 cabeceios, e que do total das ações de alta intensidade, 8% são saltos (25). O número de saltos de impulsão vertical durante um jogo de futebol varia conforme a função do jogador (9,5 para os defensores, 6 para os meio-campistas e 19,5 vezes para os atacantes) (26). Em relação à altura de salto, os goleiros são superiores aos jogadores de campo, e apesar de não haver diferença significativa os meios campistas são que saltam menos, em relação aos atacantes e zagueiros (1). Apesar disso, de acordo com Stolen et al (1) os jogadores de elite devem conseguir alcançar em um movimento de salto com os braços livres em média entre 47 a 60 cm.

Assim como o *sprint* e salto, a mudança de direção também é essencial para o futebol, por está diretamente ligada com a criação de chances de gol (2,7,8). Em uma partida os jogadores realizam aproximadamente 700 mudanças de direção, dessas 600 são realizadas em ângulos de menores que 90° (27). Aproximadamente 100 são realizados entre 90° e 180°, seis mudanças são realizadas entre 180° e 270° e duas mudanças realizadas entre 270° e 360°. Os meios campistas são os atletas que mais trocam de direção durante uma partida, quando comparado com os atacantes e defensores (28).

### **3.4 Demanda de capacidades físicas do futebol**

Portanto é evidente que os jogadores de futebol necessitam possuir uma um conjunto de capacidades físicas bem desenvolvidas para aumentar seu rendimento em campo(1,4). Por exemplo a capacidade cardiorrespiratória, que é extremamente importante para o futebol, porque influencia diretamente a performance em campo (29). De acordo com Helgerud et al (29) a melhora da

aptidão aeróbica tem relação com o aumento da intensidade das ações, com aumento da distância percorrida, da quantidade de *sprints* e do envolvimento dos jogadores nas ações com bola durante uma partida. Nesse contexto, a aptidão aeróbica bem desenvolvida auxilia os jogadores de futebol a realizarem ações repetitivas de alta intensidade durante a partida e ajuda a manter um bom nível de condição física até o final da partida (19). Além disso um bom nível de aptidão aeróbica acelera processo de recuperação dos atletas (19).

A força é outra capacidade física importante para o futebol e tem que ser bem trabalhada nos jogadores. Isso porque, o aumento da força máxima está relacionado com o aumento da força reativa, da potência, da aceleração e da velocidade de movimento (1). Conseqüentemente, a melhora dessa capacidade também está relacionada com o aumento do desempenho de *sprints*, de mudanças de direção e da altura de salto (1). Ações que, como já discutido anteriormente são as mais decisivas no futebol (1,2,8). Além disso os altos níveis de força máxima nos membros superiores e inferiores podem prevenir lesões no futebol, reduzindo em até 50% os índices de lesão (1).

Por último, mas não menos importante, a velocidade também é uma capacidade física essencial para o futebol. Isso porque, como já discutido anteriormente, o *sprint* (ação em o que o jogador normalmente alcança sua velocidade máxima) é a ação mais frequente que precede um gol (2). Em adição, dentro da capacidade física velocidade, existe as fases de aceleração e desaceleração. Essas duas fases, ocorrem 8 vezes mais em uma partida do que os *sprints* (30). Além disso, 90% dos *sprints* são menores do que 20 m, tornando a capacidade de aceleração muito importante para os jogadores de futebol (30). Inclusive a melhor capacidade de acelerar e desacelerar também está relacionada com uma melhor capacidade de mudar de direção (8,31).

Portanto, desenvolver a velocidade pode ser fundamental no sucesso dos jogadores futebol de elite. Uma alta velocidade máxima por exemplo, pode ajudar os atacantes a criar espaços, como ajudar os defensores a fechar esses espaços (30). Assim como uma boa aceleração pode ajudar a driblar um oponente, ou defender com sucesso um ataque (30).

Logo, fica claro que para um jogador desempenhar bem sua habilidade técnica e tática, de forma individual ou coletiva no futebol de forma consistentemente ao longo dos 90 minutos é necessário ter com uma alta capacidade cardiorrespiratória, alta força e alta velocidade (1).

### **3.5 Evolução do futebol**

Esse fato se torna ainda mais importante devido a evolução física do futebol nos últimos anos (3,22,32). Com as equipes, de diferentes níveis competitivos e os jogadores percorrendo maiores distâncias em alta intensidade e maiores distância em *sprint* a cada temporada (3,22,32). No estudo de Pons et al (3) eles observaram que a distância total (DT), a distância em alta intensidade (DAI) e a distância de *sprint* (DS) foram maiores para os times que disputam a primeira divisão espanhola quando comparado com os times que disputam a segunda divisão espanhola. Apesar disso, o DAI e DS aumentaram em ambas as divisões no decorrer dos anos, enquanto o DT reduziu.

Bradley et al (32), relataram que durante sete temporadas consecutivas na Premier League inglesa, houve um aumento na distância de corrida de alta intensidade (40%), nos *sprints* partindo de uma alta velocidade de corrida (15%) e nos *sprints* partindo de uma velocidade moderada a baixa (25%) para todos times, independentemente da sua classificação ao final das temporadas. Entretanto a distância média percorrida por *sprint* (DPS) diminuiu de 7 para 6 m, demonstrando a importância do treinamento de ações de aceleração e desaceleração para a especificidade do jogo (32).

Assim como as equipes evoluíram fisicamente (3,32), os jogadores também evoluíram (22). Barnes et al (22), analisaram os aspectos físicos dos jogadores durante sete temporadas da Premier League. Eles conseguiram identificar que apesar da DT praticamente se manteve igual, a DAI e o DS aumentaram 30 e 35% respectivamente. Além disso, o número de *sprints* aumentaram, assim como a velocidade máxima alcançada, porém a DPS reduziu. Ou seja, está sendo cada vez mais exigido a capacidade de aceleração dos jogadores.

Como já discutido anteriormente a aceleração está relacionada com a mudança de direção (COD) (8,31). Habilidade importante para o futebol por esta relacionada com dribles, desarmes e criação de chance de gol, ou seja, momentos críticos de uma partida (2).

### **3.6 Mudança de direção (COD)**

O termo mudança de direção, é abreviadamente conhecido como (COD) devido à sua escrita na língua inglesa (*Change of Direction*), que tem por definição ser um movimento rápido e pré-planejado, na qual o atleta tem que imprimir o máximo de força que conseguir, em um curto período de tempo para mudar de direção (33).

Essa habilidade de COD é a base física para a agilidade, uma vez que os seus gestos motores ou fases estão associados ao seu desempenho (desaceleração, mudança de direção e aceleração), entretanto com a diferença de que no COD as mudanças de direção são pré-planejadas, enquanto a agilidade requer uma resposta muito rápida a um estímulo inesperado (33,34). Sendo assim é necessário o desenvolvimento do COD nos esportes para que, com as devidas progressões se desenvolva a agilidade, consequentemente fazendo com que os atletas alcancem a sua melhor performance em seus respectivos esportes (35).

No futebol, o COD é considerado uma capacidade primordial já que uma rápida mudança de direção pode criar uma chance clara ou até mesmo a realização de um gol, mudando assim o resultado da partida (2,7,8). Por isso essa habilidade de COD veem intrigando muitos treinadores e pesquisadores do esporte, culminando na realização de alguns estudos para conseguirem compreender melhor essa capacidade (8,10,31,33,34,36–38)

Essas pesquisas foram capazes de identificar que a habilidade de COD sofre a influência de alguns fatores externos como por exemplo características antropométricas; aceleração; desaceleração; velocidade em linha reta; potência e força de membros inferiores (8,31,34,36–38). Um estudo feito por Chaouachi. et al (37) revelou uma alta correlação entre a baixa porcentagem de gordura e alta performance de COD. Além disso os atletas com menor estatura também

levam vantagem, devido ao fato de que possuem um centro de massa mais baixo (39).

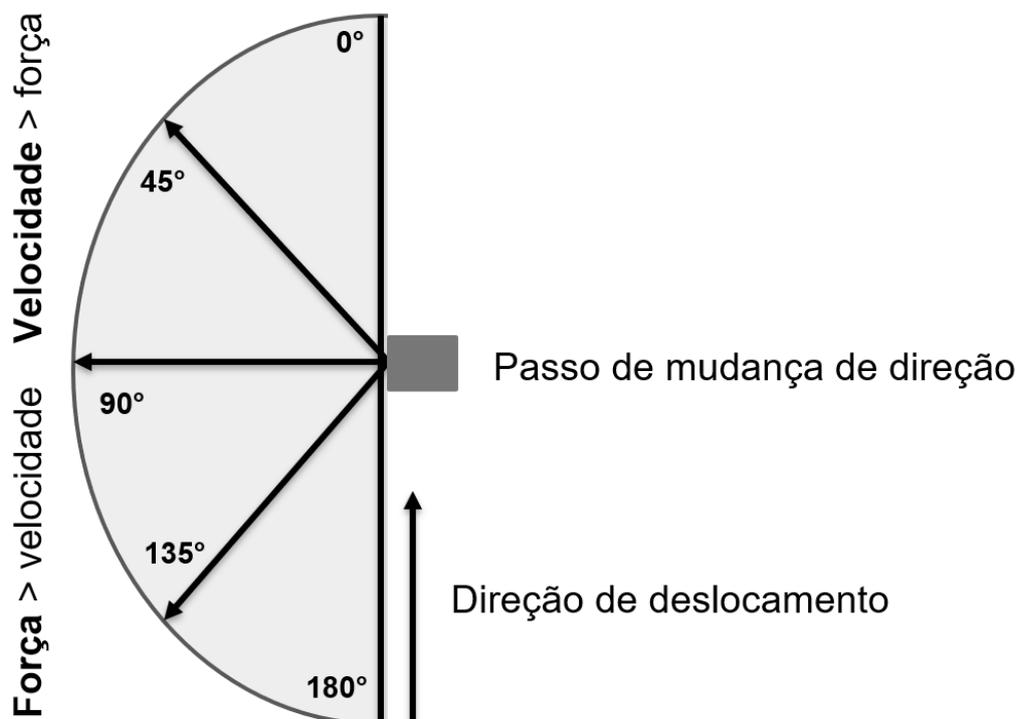
As acelerações e desacelerações estão presentes nas atividades de COD, portanto para atingir altas velocidades em um curto espaço é necessário possuir uma alta taxa de aceleração, para performar bem a habilidade de COD, sendo assim existe uma associação positiva entre aceleração e mudança de direção (40,41). Assim como possuir uma alta velocidade em linha reta está altamente correlacionada com uma melhor performance no COD, devido ao alto tempo em que é gasto correndo linearmente (69%) nos CODs testes, do que realmente mudando de direção (31%) (42).

Entretanto esses valores podem alterar de acordo com a quantidade de graus exigida na mudança de direção. Por exemplo, COD menor ou igual a 90° exige mais velocidade do atleta, também conhecido como COD veloz (8–10). Isso porque requer poucas ações de desaceleração e pouco tempo de contato com o solo devido ao menor ângulo COD (8–10), mantendo alta velocidade, como demonstrado na figura 1. Enquanto o COD maior do que 90° exige mais força, também conhecido como COD força (8–10). Isso porque requer uma ação de desaceleração mais significativa, exigindo mais tempo para mudar de direção, devido à angulação (>90°) exigir maior taxa de força durante a execução (10), como demonstrado na figura 1. Sendo assim a capacidade de força de membros inferiores também se correlacionam o desempenho de COD, isso porque ela se faz necessária para quebrar a inércia e posteriormente para a frenagem do movimento (8,37).

Consequente, a potência de membros inferiores também se correlaciona com o COD, já que a potência é a multiplicação da força pela velocidade. Sendo assim, de grande importância para o desenvolvimento do COD, levando em consideração que os atletas tem que exercer uma grande quantidade de força no chão, em um curto período de tempo (8,38).

Figura 1. Gráfico ilustrando os determinantes mecânicos de COD.

## Ângulos da nova direção



Fonte: Adaptado de Bourgeois et al. (10)

### 3.7 COD déficit

A habilidade de COD é importante para diferentes esportes, cada um com suas características específicas, como por exemplo no handebol os jogadores utilizam uma grande quantidade de força no COD, devido a repetidas paradas e desacelerações, com o COD representando 60% das ações físicas em um jogo (43). No basquete, 20% dos *sprints* envolvem o COD veloz (44). O Rugby é o esporte que menos tem COD veloz, com apenas 16% dos *sprints* (45).

Portanto é necessário conhecer bem os detalhes e as características do esporte com que se está trabalhando. No futebol, os atletas realizam aproximadamente 700 mudanças de direção em uma partida, dessas 600 são feitas com 90° ou menos (27). Sendo assim, visando manter a especificidade e a transferência, os testes de COD devem ser de curta duração, com pouca quantidade de COD em sequência e com uma variação de 0° a 90° e de 91° a 180°, levando em consideração que no futebol os jogadores realizam tanto

mudanças que exigem mais do COD força como mudanças que exigem o COD veloz, porém dando em enfoque maior nos testes de COD veloz (8,10,27)

Entretanto, recentemente alguns estudos demonstraram que os testes de COD estavam abrangendo em sua avaliação outras capacidades físicas além da mudança de direção, como a velocidade máxima e capacidade de aceleração (35,42). Por essa razão Nimphius et al (42) desenvolveram um índice chamado COD déficit, que ajuda a isolar e melhor interpretar realmente o ato de mudar de direção. Esse índice é calculado através do tempo adicional que uma mudança de direção requer quando comparado com o *sprint* linear com uma distância equivalente (505 *agility* e *sprint* 10 metros) (35).

*(Tempo medio do teste 505 agility – Tempo medio do teste Sprint 10 m)*

Na tentativa de entender melhor o COD déficit, estudos descobriram que esse índice está diretamente correlacionado com as capacidades de força, velocidade, aceleração e potência (40,41,46,47). Isso significa dizer que os atletas mais fortes, mais potentes e mais velozes têm um índice de COD déficit pior do que os seus companheiros menos fortes, menos potentes e menos velozes. Esses achados são interessantes porque normalmente se associa a capacidades físicas bem desenvolvidas com bons resultados físicos. No entanto, isso não verdade para o COD déficit. Mesmo os atletas sendo os mais rápidos nos testes de COD, os mais fortes e os mais potentes do grupo, ainda assim, demonstraram ter um menor rendimento no COD déficit do que os outros atletas com capacidades físicas não tão bem desenvolvidas como as deles (35,47).

Este fato paradoxal, deve-se provavelmente devido aos regimes de treinamento atualmente aplicados, não possuem uma especificidade neuromuscular voltada para as manobras de COD (40,41,46,47). Entretanto sabe-se que os jogadores de futebol necessitam de um bom nível de desenvolvimento dessas capacidades físicas para atingirem a alta performance (47). Sendo assim o problema está em como desenvolver e transferir o alto nível físicos que os atletas possuem, para uma boa eficiência em mudar de direção (47). Ou seja, ter um bom tempo nos COD testes e reduzir o índice de COD déficit (47).

### **3.8 Diferentes métodos de treinamento para desenvolver o COD**

Pelo COD ser uma capacidade física essencial para o futebol (7,8) muitos preparadores físicos e pesquisadores dos esportes estudaram e aplicaram diferentes métodos de treinamento para a o aperfeiçoar a habilidade de mudança de direção. Como por exemplo o treinamento pliométrico, o treinamento de velocidade, o treinamento de força, o treinamento específico para COD e o treinamento combinado.

O treinamento pliométrico busca exercer uma grande quantidade de força em um curto tempo com o objetivo de aumentar a potência que é determinada pela força e velocidade envolvida no ciclo de alongamento e encurtamento (8). De acordo com a meta análise feita por Falch; Rædergård; Van Den Tillaar (8), os estudos que utilizaram o treinamento pliométrico tiveram uma variação de 0% a 14,88% na melhora do COD, tanto para o COD força, com mudanças acima de 90°, como para o COD veloz com as mudanças menor ou igual a 90°. Principalmente entre os participantes com 16 anos ou mais, treinando com uma frequência de duas sessões por semana. Ainda de acordo os resultados dessa meta análise, o padrão de salto *Drop Jump* usado juntamente com o *Countermovement jump* parece ser o treinamento ideal para o melhorar a performance de COD. Em adição, é sugerido que no treinamento pliométrico deve ser utilizado exercícios unilaterais e bilaterais com intuito de produzir força verticalmente, horizontalmente e lateralmente.

Em contra partida, o treinamento de velocidade ou *sprint* demonstrou uma variação de -0,38% a 5,22 % no desenvolvimento do COD (8). Os estudos que possuíram uma melhor correlação entre velocidade e COD foram avaliados com mudanças de direção menor ou igual 90°, isso devido a um menor tempo de frenagem, menor tempo em contato com o solo e menor mudança de direção, exigindo assim uma menor perda de velocidade por parte dos atletas (10). Além disso os participantes que tiveram melhores adaptações treinavam uma vez por semana por oito semanas e possuíam uma média de idade de 14,6 anos (8).

Por outro lado, o treinamento de força apresentou uma variação de -1,74% a 12,73% na habilidade de COD (8). Porém os estudos que possuíram melhor correlação entre força e COD foram avaliados com mudanças de direção

maior que 90° (10). Além disso os estudos que obtiveram melhor desempenho realizaram oito semanas de treinamento, com uma frequência de 2 vezes por semana e com os participantes com uma média de idade de 16,5 anos. Em adição, essa mesma meta-análise recomenda a utilização de agachamentos combinados com movimentos para que se possa obter uma maior força horizontal, sendo mais transferível para a performance de COD (8).

Já o treinamento específico de COD, tem por característica reproduzir os testes de COD repetidamente em seus treinamentos, e os estudos que aplicaram esse tipo de intervenção obtiveram uma variação de - 2,88% a 6,83% na performance de COD. Os participantes tinham uma média de idade de 16,8 anos e os treinamentos foram realizados entre quatro a dez semanas, com uma frequência de um a três vezes por semana (8).

Por fim o treinamento combinado que é a mistura de diferentes formas de treinamento obteve uma variação de - 0,66% a 8,2% na performance de COD. As intervenções duraram de cinco a oito semanas, com frequência de uma a três vezes por semana. Os estudos com maior desempenho tinham participantes com 17 anos ou mais e os protocolos de treinamento envolviam exercícios pliométricos, de *sprints*, agachamentos e mudanças de direção (8).

### **3.9 Treinamento funcional no futebol**

Uma abordagem que combina várias capacidades físicas na sessão de treinamento, incluindo força, potência e velocidade, que tem ficado bastante evidente nos últimos anos, é o treinamento funcional (TF). Atletas de diferentes modalidades têm utilizado essa abordagem devido à proposta de estimular diferentes capacidades físicas de forma integrada e organizada em uma mesma sessão, proporcionando diferentes estímulos neuromusculares, mantendo a especificidade e a transferência para o esporte (11–13).

Considerando as características do futebol, o TF consegue simular a demanda energética exigida aos jogadores durante uma partida. Isso porque, em um jogo de futebol, existe uma predominância do sistema aeróbico, com intensidade de moderada a baixa, intercalado por momentos com uma predominância do sistema anaeróbico (1). Prova disso, é relação de trabalho e recuperação do futebol, em que 1 segundo é gasto realizando ações de alta

intensidade, para 12 segundos gastos realizando ações de moderada a baixa intensidade na maior parte do jogo, entretanto podendo chegar em até uma relação de 1 segundo em alta intensidade, para 2 segundos de moderada a baixa intensidade em momentos mais críticos da partida (22,48).

Pelo TF normalmente ser organizado em circuito, com intuito de evitar concorrência entre as capacidades físicas e o controle do volume e da densidade dos exercícios serem feitas através de tempo, o TF pode ser facilmente moldado para adequar as demandas do futebol (11–13,49,50). Um outro ponto positivo dessa organização metodologia é que devido ao tempo limitado de treinamento que os clubes de futebol possuem hoje em dia, encontrar um método de trabalho que consiga desenvolver concomitantemente as variadas capacidades físicas necessárias aos atletas como o TF, é de extrema importância (13).

Portanto, considerando a característica do esporte, principalmente, o TF parece ser uma estratégia viável para jogadores de futebol (13). Além da possibilidade de que o uso de treinamentos multifacetados, com características neuromusculares específicas e tarefas voltadas para o esporte ser uma boa opção para o desenvolvimento habilidade de COD (8,33,46,47).

Nessa visão, Xiao et al (11) reuniram os principais estudos que investigaram os efeitos do TF sobre os componentes físicos de atletas de diferentes modalidades. Eles identificaram uma melhora significativa na velocidade, força, potência, COD e capacidade de salto (11). Dos nove estudos selecionados, quatro envolveram atletas de futebol e apenas três tiveram um grupo experimental. Em um estudo, a velocidade de atletas sub-17 foi avaliada em diferentes distâncias, e eles obtiveram resultados favoráveis (14). Em dois outros estudos, atletas sub-15 e sub-17 foram avaliados em seu desempenho de COD e capacidade de salto, mas os autores não encontraram nenhuma diferença significativa em ambas as variáveis (15,16). Embora atletas de futebol sub-15 e sub-17 não tenham melhorado essas capacidades físicas, atletas de outras modalidades mostraram melhoras (11). É fundamental ressaltar que a eficácia do treinamento e o desempenho físico, principalmente no COD e na capacidade de salto, dependem, entre outros fatores, da idade e do nível competitivo dos atletas. Nesse sentido, até onde sabemos, ainda não está claro

na literatura científica se o TF pode melhorar o COD e a habilidade de salto em atletas de futebol sub-20.

### **3.10 Controle de carga**

O futebol por ser um esporte coletivo, normalmente realiza muitos exercícios em grupo, tanto com bola, como sem, resultando em diferentes cargas de treino entre os jogadores, o que acaba fazendo com que a prescrição do treinamento se torne mais complicada em relação as características individuais de cada atleta (51,52)

Sendo assim, tendo em vista facilitar esse trabalho, os profissionais do esporte (fisiologista, preparador físico, fisioterapeuta, cientista esportivo) tentam controlar da melhor maneira possível, a carga imposta a esses atletas de forma individual. Para isso, é necessário realizar a quantificação desta carga de treino, que é dividida em carga externa e carga interna(53)

A carga externa é também conhecida como o “trabalho” exercido pelo atleta em uma sessão de treinamento, como por exemplo a distância total percorrida, o número de *sprints*, a intensidade do *sprint*, o peso levantando, a quantidade de saltos, etc. (52,53). Enquanto a carga interna é também conhecida como a “resposta” fisiológica ou perceptiva, que o atleta nos apresenta durante e após a sessão de treinamento que são verificadas através da análise da frequência cardíaca, do consumo de oxigênio, do lactato sanguíneo e taxa de esforço percebido (53,54)

No futebol moderno, quantificação de carga externa normalmente é realizada através dos sistemas de posicionamento global (GPS). Com este aparelho é possível analisar todo tipo de trabalho realizado pelos atletas em suas sessões de treinamento (55). Por outro lado, a quantificação da carga interna no futebol comumente é realizada por meio da análise de variáveis respiratórias, metabólicas e cardiovasculares utilizadas para verificar as respostas dos atletas referentes as sessões de treinamento (53,56). No entanto, esses métodos não são práticos “no mundo real” (56). Em contra partida, a utilização da taxa de esforço percebido da sessão (PSE sessão), vem sendo bastantes utilizada em diversas modalidades esportivas, para a quantificação da carga interna, principalmente devido a sua fácil aplicação (57).

O esforço percebido da sessão (PSE sessão), é uma maneira de calcular a carga interna dos atletas que foi desenvolvida e validada por Foster et al. (58), no qual ele comparou a frequência cardíaca de ciclistas e de jogadores de basquete em uma sessão de treinamento com a carga interna obtida através PSE sessão. Para isso, os atletas tiveram que avaliar e responder de forma subjetiva a intensidade de toda sessão de treinamento por meio da escala modifica de percepção subjetiva de esforço, desenvolvida por Borg et al. (59), que futuramente foi adaptada por Forster (58). Então, esse valor da intensidade da sessão é multiplicado pelo tempo total da sessão, resultando em uma única medida (PSE sessão), em unidades arbitrárias (AUs) (58).

Poucos anos depois, Implezzieri et al (60) validou esse método de controle de carga interna no futebol e assim como Foster et al (58), demonstrou relações positivas da frequência cardíaca com o PSE sessão. Assim como, Tibana et al. (61) que validou o PSE sessão para o controle de carga interna no treinamento funcional de alta intensidade. Portanto esse método de quantificação de carga vem sendo usado cada vez mais pelos cientistas do esporte, para melhor controlarem seus atletas, suas intervenções e seus programas de preparação física. Um bom exemplo disso, foi o estudo feito por Arcos et al (51) onde eles monitoram a carga de treino dos atletas de futebol de base de elite e perceberam uma associação negativa entre o aumento da carga e a diminuição nas capacidades físicas dos jogadores. Ou seja, uma alta intensidade (percepção subjetiva de esforço), com um alto acúmulo de volume (tempo) de treinamento, podem prejudicar capacidades físicas relevantes para o futebol. Logo, a utilização do PSE sessão como forma de controle e monitoramento das sessões de treinamento no futebol, sejam físicos, técnicos ou táticos é de extrema importância.

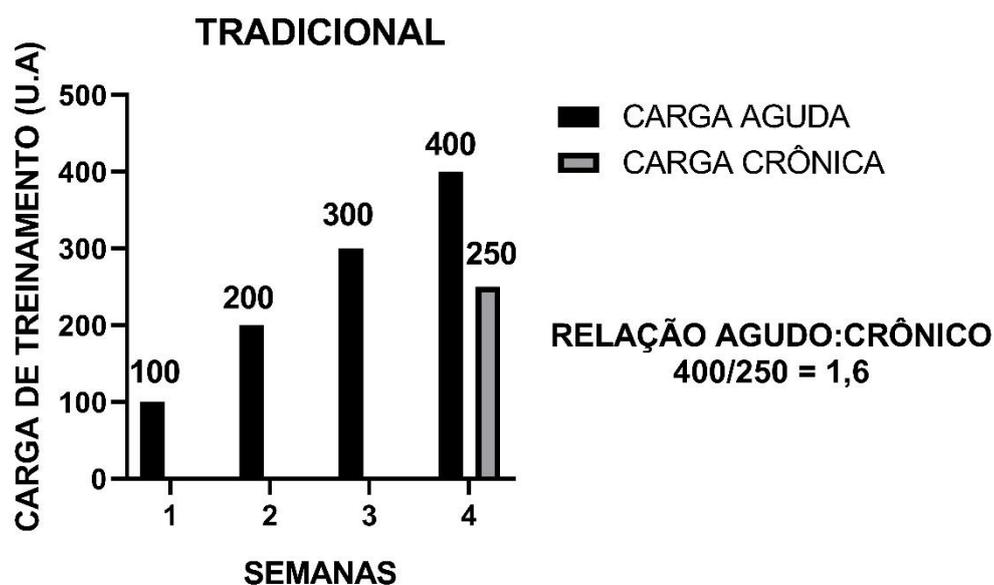
Entretanto alguns autores, com o intuito de tentar controlar melhor a carga de treinamento, com o objetivo de aumentar a performance dos atletas e ajudar a evitar as lesões, desenvolveram um cálculo conhecido com Relação Agudo: Crônico (53,62,63).

Esse índice, é calculado pela razão entre a carga aguda e a carga crônica. A carga aguda pode ser entendida como a fadiga atual do atleta. A carga crônica

pode ser entendida como a aptidão física desse atleta ou *fitness* (53,62,63). O resultado dessa razão é um índice que pode variar de 0 a 4. Entretanto em um estudo publicado por Gabbett (53), ele demonstra que existe um intervalo chamado de *sweet spot* que varia de 0,8 a 1,5 e uma *danger zone* que é acima de 1,5. O *sweet spot* é classificado como o intervalo ideal, na qual o atleta tem baixo risco de lesão, enquanto o *danger zone* é classificado como uma área em que o atleta tem mais probabilidade de se lesionar.

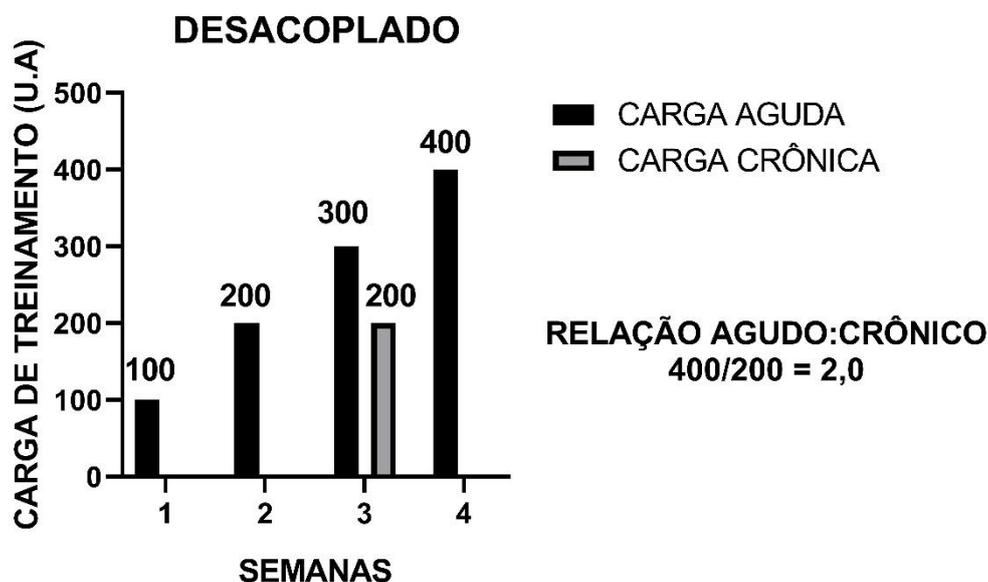
Esse índice, atualmente pode ser calculado de diversas formas. O primeiro, também conhecido como tradicional, se chama relação agudo: crônico com média acoplada. Nela, basicamente a carga aguda ou a carga semanal, é inserida no cálculo da carga crônica, ou seja, na média das últimas 4 semanas de treinamento (62). Modelo demonstrado na figura 2.

**Figura 2.** Modelo tradicional do cálculo da relação agudo: crônico.



O segundo modelo é conhecido como relação agudo: crônico com média desacoplada. Nela, a carga aguda, ou seja, a carga semanal atual, não é inserida no cálculo da carga crônica, que será feito com a média da carga das 3 semanas anteriores (64) (WINDT et al. 2018). Modelo demonstrado na figura 3.

Figura 3. Modelo desacoplado do cálculo da relação agudo: crônico.



Por fim, o modelo mais atual, e aparentemente um pouco mais sensível que os anteriores, se chama relação agudo: crônico com média móvel exponencialmente ponderada. Nela é dado pesos para as cargas da sessão. As cargas antigas, terão menores valores quando comparado com as cargas mais recentes. Portanto a carga aguda para 7 dias será calculada através da formula  $EWMA_{hoje} = CARGA_{hoje} * 2/8 + ((1-2/8)) * EWMA_{ontem}$ . A carga crônica para 28 dias será calculada através da formula  $EWMA_{hoje} = CARGA_{hoje} * 2/29 + ((1-2/29)) * EWMA_{ontem}$ . Após isso, é feita a razão entre a carga aguda e a carga crônica normalmente (65).

## 4. METODOLOGIA

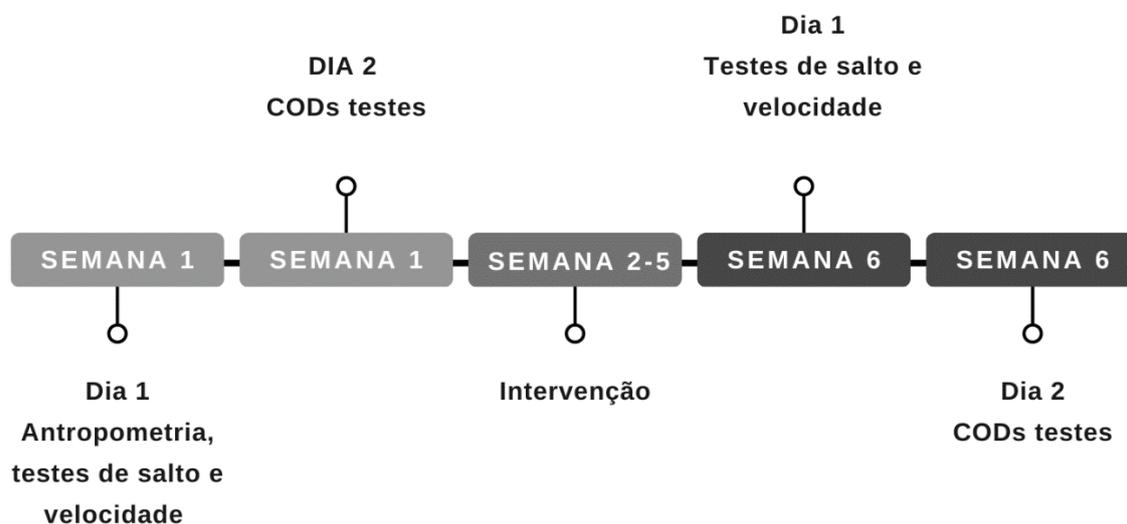
### 4.1 Design experimental

Esta pesquisa é quase experimental e foi realizada durante o período de pré-temporada. Este estudo teve seis semanas, nas quais foram realizados quatro jogos amistosos ao final de cada semana (semanas dois a cinco) e oito sessões de treinamento funcional. A avaliação dos componentes da aptidão física relacionados ao futebol aconteceu 48 horas antes da primeira sessão de treinamento e 48 horas após a oitava sessão de TF. Uma linha do tempo descrevendo as etapas de projeto e coleta de dados está demonstrada na Figura 4. Durante as semanas um e seis, os jogadores realizaram uma anamnese na qual responderam sobre a sua posição de jogo, dominância de perna e anos de

experiência de treinamento de alto rendimento. Após isso foi realizada uma avaliação antropométrica, seguida de avaliações neuromusculares nas seguintes medidas: velocidade de 20 metros, velocidade COD e habilidade de salto.

A organização semanal do treino consistia num jogo amistoso aos domingos. Nas segundas-feiras, os jogadores realizavam uma recuperação ativa com alongamento e jogos lúdicos de baixíssima intensidade. O treinamento técnico-tático (TTT) era realizado de terça a sábado. Realizamos o TF antes do TTT às terças e quintas-feiras e treinamento de core (TEC) às quartas e sextas-feiras.

**Figura 4.** Linha do tempo mostrando a organização semanal do desenho experimental.



Nota: CODs = testes de mudança de direção.

#### **4.2 Critérios de inclusão e exclusão**

Para participar do estudo os jogadores tiveram que ser atletas federados do clube de investigação; tiveram que está treinando na categoria sub 20 e tiveram que realizar todos os testes físicos e assinar o termo de consentimento/assentimento. Os critérios de exclusão foram: não participar de 80% das sessões de treinamento; se lesionar durante a intervenção; ser dispensado durante a intervenção; ser infectado pelo COVID-19, estar realizando outro treinamento adicional além dos treinamentos desenvolvidos dentro do clube de origem.

### 4.3 Participantes

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado usando G \* Power (versão 3.0.10; Universität Kiel, Kiel, Alemanha), assumindo um tamanho de efeito de 0,5, um alfa de 0,05 e um poder de 0,95. 22 jogadores de futebol treinados, da categoria sub-20, de uma equipe da segunda divisão do campeonato brasileiro de futebol participaram deste estudo. Excluimos quatro jogadores da amostra por terem COVID-19 e o clube demitiu três jogadores antes de concluir os procedimentos de coleta de dados. Ao final, 15 atletas participaram deste estudo. A Tabela 1 apresenta as características dos participantes. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos da pesquisa e assinaram o termo de consentimento/ assentimento livre e esclarecido concordando em participar do estudo. Os procedimentos experimentais foram conduzidos seguindo a Declaração de Helsinque (2008) e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (4.791.147).

**Tabela 1.** Análise das variáveis descritivas dos participantes.

Variáveis	Total	Grupo VOFT (n = 6)	Grupo SOFT (n = 9)
Idade (anos)	18.2 ± 0,7	18.6 ± 0.8	18.0 ± 0.7
Peso (kg)	70.0 ± 7.2	68.8 ± 5.6	70.8 ± 8.3
Altura (cm)	177.9 ± 7.5	178.1 ± 5.2	177.9 ± 9.1
IMC (kg.m <sup>2</sup> ) -1	22.09 ± 1.58	21.73 ± 1.98	22.34 ± 1.33
Porcentagem de gordura (%)	11.30 ± 0.76	11.41 ± 0.96	11.23 ± 0.64
Tempo de experiência (anos)	4.87 ± 2.03	4.33 ± 1.86	5.22 ± 2.16
Pé direito dominante (%)	60.00	66.66	55.55
pé esquerdo dominante (%)	40.00	33.34	44.45

Nota: IMC = Índice de massa corporal; VOFT = treinamento funcional orientado a velocidade; SOFT = treinamento funcional orientado a força

### 4.4 Organização das sessões de treinamento

As sessões de TTT eram realizadas 5 a 6 vezes por semana. Os jogadores começavam com os exercícios de aquecimento com bola e depois partiam para as atividades mais específicas, como exercícios técnicos e jogos reduzidos. A duração dessa sessão variava entre 50 a 72 minutos.

O treinamento de estabilidade de core (TEC) era realizado duas vezes por semana. Os jogadores foram divididos em dois grupos de números iguais, apenas devido ao pouco espaço disponível na academia. Entretanto ambos os grupos realizavam os mesmos exercícios de mobilidade e ativação muscular, com a mesma duração de tempo. Assim como, ambos os grupos realizavam os mesmos oito exercícios de estabilidade de core, na mesma dose 1:1, também controlado por tempo, com 30 segundos de trabalho por 30 segundos de recuperação e organizado em circuito alternado (66) .

O treinamento funcional era realizado nos dias alternados ao treinamento de estabilidade de core. Ambas as intervenções de TF tiveram uma frequência semanal de duas vezes por semana, com duração de 21 minutos por sessão. Os atletas foram randomizados de acordo com o desempenho do salto com contra movimento (CMJ) e alocados em dois grupos de 11 atletas cada (67). Os protocolos de intervenção tiveram uma organização semelhante separada em três blocos: preparação do movimento, neuromuscular 1 e neuromuscular 2. A preparação do movimento teve duração de seis minutos em que os jogadores realizaram exercícios de mobilidade, estabilidade articular e exercícios de ativação neuromuscular (ou seja, velocidade de reação com estimulação cognitiva). No neuromuscular 1, os jogadores realizaram exercícios pliométricos, de coordenação, de velocidade linear e de COD. Em seguida, no neuromuscular 2, foram realizados exercícios de força com e sem carga externa, considerando padrões funcionais de movimento relatados na literatura científica (puxar, empurrar e agachar) (12). O treino foi organizado em circuito alternado (49), com 30 segundos de trabalho para 30 segundos de descanso, na tentativa de simular a demanda energética de uma partida de futebol (22,48)

O grupo VOFT realizou o protocolo de intervenção com maior volume de treinamento para neuromuscular 1 (10 min) do que neuromuscular 2 (5 min). Por outro lado, o grupo SOFT realizou o protocolo de intervenção com maior volume de treinamento para os exercícios selecionados para neuromuscular 2 (10 min) do que neuromuscular 1 (5 min). A Tabela 2 mostra os exercícios utilizados nas neuromusculares 1 e 2. Os atletas já tinham familiaridade com os exercícios, levando em consideração o tempo de experiência com o treinamento de alto rendimento, observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Exercícios utilizados nos protocolos de treinamento funcional.

Exercícios do Neuromuscular 1	Exercícios do Neuromuscular 2
<i>Skipping + Sprint-10 m</i>	Afundo dinâmico
Salto horizontal + <i>Sprint-10 m</i>	Flexão
Deslocamento em <i>Zigzag + Sprint-10 m</i>	Levantamento terra
Salto horizontal uni podal + <i>Sprint-10 m</i>	Tração horizontal neutra uni podal
Salto vertical + <i>Sprint-10 m</i>	Elevação pélvica uni podal com instabilidade

Nota: m = Metros

#### **4.5 Procedimentos de teste**

As avaliações foram realizadas em dois dias consecutivos com intervalo de recuperação de 24 horas. Inicialmente, foram coletadas as medidas antropométricas, seguidas da capacidade de salto medida pelo salto agachado (SJ) e salto contra movimento (CMJ). O teste de *sprint* de 20 metros foi o último teste do primeiro dia de avaliações. No segundo dia, todos os testes de COD foram aplicados, corrida em L modificado para o lado direito, corrida em L modificado para o lado esquerdo e o teste *Zigzag*. O índice de COD déficit foi calculado para cada teste de COD após o término de todas as avaliações utilizando a equação proposta por Nimphius et al. (42) Antes dos testes, os atletas realizaram protocolos de aquecimento padronizados, incluindo exercícios gerais (ou seja, corrida em ritmo moderado por 3 min seguido de alongamento ativo de membros inferiores por 2 min) e exercícios específicos (tentativas submáximas dos exercícios testados).

$$COD\ defitic = Tempo\ médio\ dos\ COD - Tempo\ medio\ do\ Sprint\ de\ 20\ m$$

#### **4.6 Medidas antropométricas**

A massa corporal e a estatura foram medidas (Welmy, 110 CH, Santa Bárbara d'oeste, Brasil) em escala analógica com escala de 100 g e 1,0 cm, respectivamente. Quatro dobras cutâneas (tríceps, subescapular, abdominal e

supraílica) foram medidas para obtenção da composição corporal dos atletas, seguindo diretrizes previamente publicadas (68). Após a mensuração das dobras cutâneas, foi realizado o cálculo da composição corporal utilizando a seguinte equação ( $\%G = \Sigma \text{dobras cutâneas} \times 0,153 + 5,783$ ) proposta anteriormente (69).

#### **4.7 Teste de salto com agachamento (SJ)**

Este teste foi utilizado para avaliar a habilidade de salto utilizando a força concêntrica dos membros inferiores. Inicialmente, os participantes foram orientados a posicionar as duas mãos em contato com o quadril e só retirar após a realização do movimento. Caso os atletas retirassem as mãos do quadril, o salto era cancelado e realizada uma nova medição. Os atletas realizaram um agachamento na plataforma em uma amplitude onde o joelho ficou aproximadamente  $90^\circ$  e manteve o tronco ereto. Em seguida, os atletas foram instruídos a saltar o mais alto possível na plataforma de contato Globus Ergo System (Treviso, Itália), acoplado ao software Chronojump. Foram realizados cinco saltos intercalados com intervalos de 30 s. A maior altura de salto alcançada por cada participante foi utilizada para análise dos dados (41). A confiabilidade da medida do teste foi relatada anteriormente, apresentando um valor de coeficientes de correlação intraclassa (ICC)  $> 0,90$  (41).

#### **4.8 Teste de salto com contramovimento (CMJ)**

Este salto avaliou a habilidade de saltar utilizando a força elástica dos membros inferiores (concêntrica e excêntrica). Inicialmente, os sujeitos foram posicionados em pé sobre um tapete de contato (Globus Ergo System, Codognè, Treviso, Itália) e orientados a realizar um CMJ no qual os joelhos flexionados em um ângulo de aproximadamente  $90^\circ$ . Os participantes foram solicitados a manter as mãos fixas no quadril durante o movimento. Caso os atletas retirassem as mãos do quadril, o salto era cancelado e realizada uma nova medição. As cinco tentativas foram intercaladas com intervalos de recuperação de 30s. O melhor salto foi considerado para análise (41). A confiabilidade da medida apresentada neste teste foi previamente identificada, apresentando ICC  $> 0,90$  (41).

#### **4.9 Teste de corrida de 20 metros**

Este teste avaliou a velocidade máxima dos jogadores a 20 metros. Dois pares de fotocélulas foram colocados no início (0 m) e no final do percurso (20 m). Os atletas foram posicionados atrás do primeiro par de fotocélulas, evitando que o equipamento acionasse prematuramente. Ao sinal do avaliador, os atletas foram autorizados a percorrer o percurso no menor tempo possível. Cada atleta realizou três tentativas com um período mínimo de recuperação de 3 minutos. O menor tempo foi utilizado para a análise dos dados. A confiabilidade do teste foi relatada anteriormente, apresentando ICC > 0,90 (41)

#### **4.10 Corrida em L modificada**

Este teste avaliou o COD veloz dos jogadores. Os participantes foram instruídos a posicionar ambos os pés 0,5 m atrás do primeiro par de fotocélulas localizadas no início do perímetro. Ao sinal do avaliador, os participantes realizaram uma corrida máxima em direção a um cone localizado a 10 m, em seguida realizaram um COD de 90°, finalizando o teste após passarem pelo segundo par de fotocélulas localizadas a também a 10 m do cone. Foram permitidas duas tentativas para cada atleta intervalado por 3 minutos de recuperação para ambos os lados esquerdo e direito (quatro tentativas no total). Um cone com um poste de 1 m de altura foi utilizado para demarcar onde o participante mudava de direção, o que o impedia de inclinar o tronco e passar o ombro ou qualquer parte do corpo sobre o cone. O melhor desempenho entre as duas medidas de cada lado foi selecionado para análise. As medidas de confiabilidade do teste foram previamente relatadas com ICC de 0,82 para o lado direito e ICC de 0,83 para o lado esquerdo (15).

#### **4.11 Teste em ziguezague**

Este teste avaliou o COD força dos jogadores. Ao longo de um perímetro de 20 metros, três cones foram distribuídos a cada 5 m com um COD de aproximadamente 100°. Ao todo, foram realizadas três mudanças de direção e um *sprint* de 5 m. Antes de iniciar a avaliação, os participantes foram posicionados 0,5 m atrás do primeiro par de fotocélulas no início do perímetro. Quando autorizados pelo avaliador, os atletas iniciavam o teste e corriam o mais rápido que podiam nos 20 m. Um cone com um poste de 1 m de altura foi

posicionado a cada momento de COD evitando que os jogadores inclinassem o tronco ou passassem o ombro ou qualquer parte do corpo sobre o ponto de conversão. Dois pares de fotocélulas foram posicionados a distâncias de 0 e 20 m para guiar o desempenho apresentado pelos atletas em cada tentativa. Os sujeitos realizaram três tentativas, e o melhor desempenho foi usado para análise. Três minutos de recuperação foram permitidos entre as tentativas. A confiabilidade do teste foi relatada anteriormente, apresentando ICC > 0,90 (41).

#### **4.12 Monitoramento de carga de treinamento**

O monitoramento da carga de treinamento foi realizado utilizando a carga interna dos jogadores. A classificação da sessão de percepção de esforço (RPE) foi usada para quantificar a carga interna (58). A coleta de dados ocorreu 30 minutos após o término de cada sessão de treino e jogo amistoso. Os atletas foram avaliados pela mesma pessoa (cientista esportivo do clube), que questionou sobre o nível de esforço percebido, considerando a sessão de treinamento completa. Para a obtenção da medida foi utilizada uma escala padronizada de 0 a 10, seguindo o protocolo previamente relatado por Foster et al (58). Os jogadores estavam familiarizados com a ferramenta e foi esclarecido que deveriam considerar toda a sessão de treinamento (treinamento físico + tático-técnico) ao responder. A duração de cada sessão de treinamento e de cada jogo amistoso foi cronometrada para cada jogador individualmente, incluindo o período de aquecimento e os períodos de recuperação tanto para treinamento quanto para jogos amistosos. A PSE da sessão foi calculada multiplicando-se o tempo da sessão e o esforço percebido (58).

#### **4.13 Análise estatística**

A análise estatística foi realizada por protocolo devido à perda amostral durante a intervenção. Os dados foram apresentados como média, desvio padrão e intervalo de confiança (IC) de 95%. A normalidade e homogeneidade dos dados foram testadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene. A parametrização foi realizada através do quadrado da variável para variáveis não paramétricas (corrida em L para o lado direito pré-teste e pós-teste). Para identificar se havia diferença ao longo do tempo e entre os grupos, foi aplicada uma ANOVA mista 2x2. O teste Post Hoc de Bonferroni foi aplicado para localizar

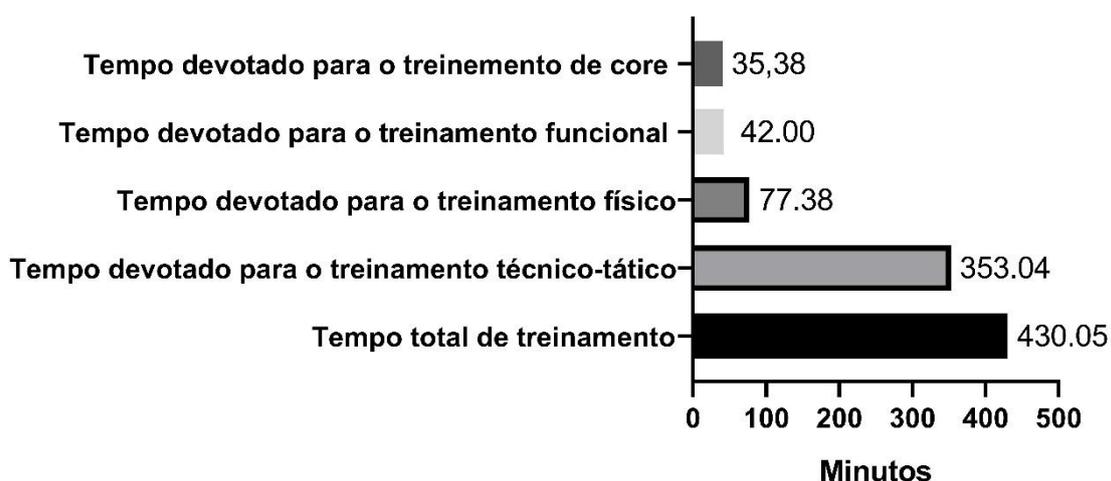
as possíveis diferenças. O nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ . O tamanho do efeito global foi calculado pela raiz quadrada da ETA ( $\mu^2$ ) e classificado como  $r \geq 0,5$  = grande;  $r \geq 0,3$  = moderado;  $r \geq 0,1$  = pequeno (70). O tamanho do efeito (ES) para comparações pareadas foi calculado usando o  $g$  de Hedges. Em geral, a classificação foi  $d > 1,2$  = muito grande;  $1,2 \leq d < 0,8$  = grande;  $0,8 \leq d < 0,5$  = moderado;  $0,5 \leq d < 0,2$  = pequeno;  $0,2 < d < 0,1$  = muito pequeno;  $d < 0,1$  = nulo (70).

## 5.RESULTADOS

### 5.1 Volume de treinamento e carga interna de treinamento

Inicialmente, foi possível identificar que ao final das quatro semanas de treinamento, o grupo VOFT obteve média de  $386,6 \pm 19,0$  UA e o grupo SOFT obteve  $366,3 \pm 31,25$  UA. Ao analisar os dois grupos juntos, obteve-se uma média de  $375,3 \pm 134,5$  UA de carga interna. Após quatro semanas, ambos os grupos atingiram uma média de 429,65 minutos de treinamento, sendo 82% utilizados para a parte técnico-tática, enquanto 18% foram utilizados para treinamento físico (TF + TEC), sendo que 9,79% foi utilizado com TF, conforme mostra a Figura 5.

**Figura 5.** Divisão média de tempo após quatro semanas de treinamento para ambos os grupos.



### 5.2 Desempenho de COD e COD déficit

Foi identificada diferença significativa no COD em L para o lado direito, considerando o fator tempo ( $F = (1.13) = 43.368$ ;  $p < 0,001$ ;  $\mu = 0,88$ ). A análise

post hoc identificou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré:  $4.09 \pm 0.16$  s; pós:  $3.88 \pm 0.10$  s;  $p = 0.004$ ;  $g = 1.29$ ;  $IC\ 95\% = 3.77 - 3.99$ ) e para o grupo SOFT (pré:  $4.07 \pm 0.07$  s; pós:  $3.80 \pm 0.13$  s;  $p < 0.001$ ;  $g = 2.40$ ;  $IC\ 95\% = 3.70 - 3.90$ ) conforme mostra a Figura 6A. No entanto, não foi identificada diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos. O comportamento individual dos jogadores é mostrado nas Figuras 7A e 7B.

Por outro lado, a corrida em L para o lado esquerdo não apresentou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré:  $3.97 \pm 0.11$  s; pós:  $3.99 \pm 0.11$ ;  $p = 0.69$ ;  $g = 0.15$ ;  $IC\ 95\% = 3.88 - 4.09$ ) e para o grupo SOFT (pré:  $3.95 \pm 0.09$ ; pós:  $3.93 \pm 0.12$  s;  $p = 0.54$ ;  $g = 0.15$ ;  $IC\ 95\% = 3.84 - 3.01$ ), conforme mostrado em Figura 6B. Bem como, para o tempo e fator de interação do grupo conforme mostrado. O comportamento individual dos jogadores é mostrado nas Figuras 7C e 7D.

No teste *Zigzag*, foi encontrada diferença significativa considerando o fator tempo ( $F = (1.13) = 34.926$ ;  $p < 0.001$ ;  $\mu = 0,85$ ). A análise post hoc mostrou melhora significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré:  $5.89 \pm 0.14$  s; pós:  $5.65 \pm 0.25$  s;  $p = 0.002$ ;  $g = 0.98$ ;  $IC\ 95\% = 5.47 - 5.84$ ) e para o grupo SOFT (pré:  $5.84 \pm 0.10$  s; pós:  $5.59 \pm 0.17$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 1.65$ ;  $IC\ 95\% = 5.44 - 5.75$ ) conforme mostra a Figura 6C. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos.

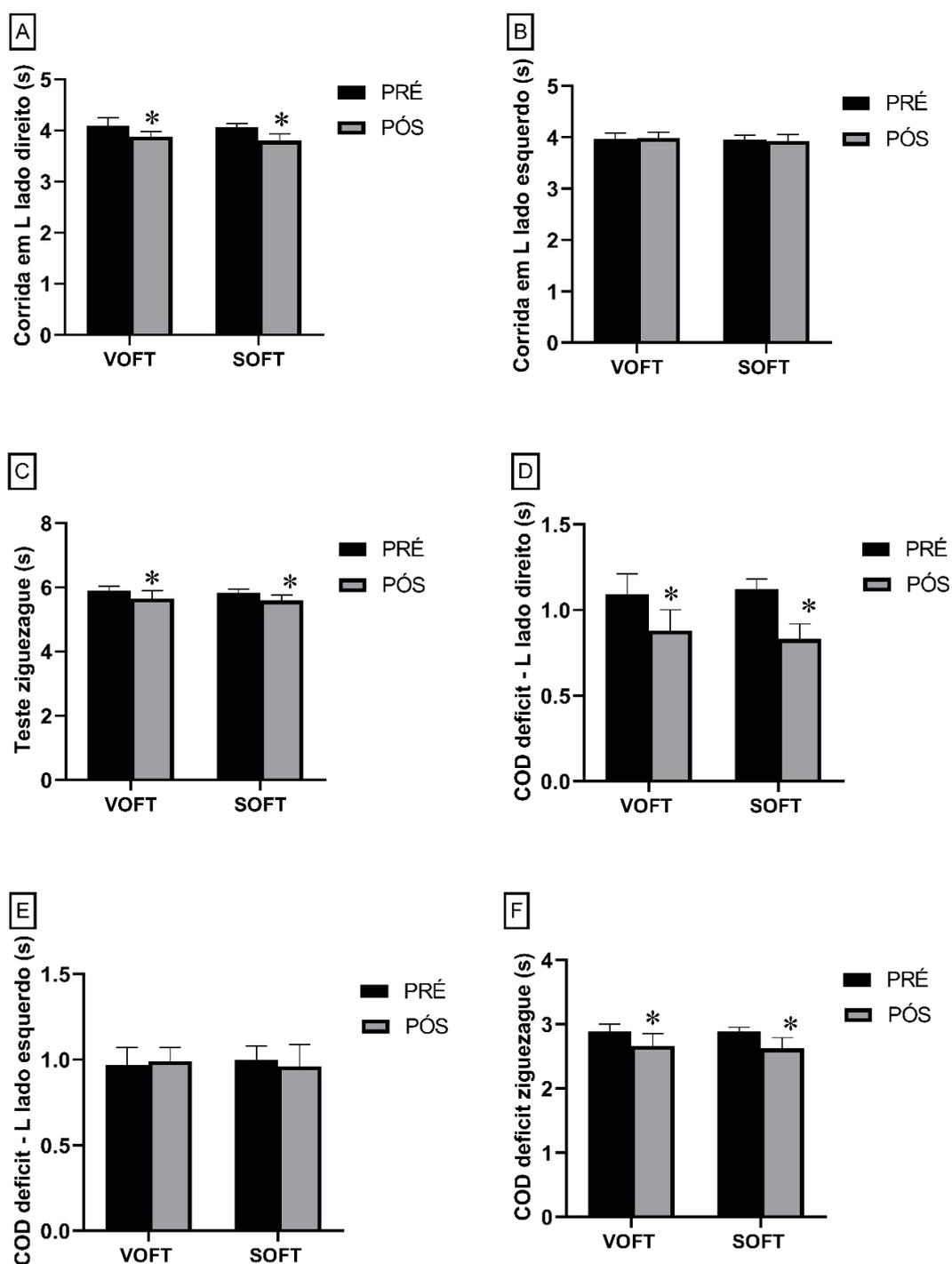
Em relação ao COD déficit da corrida em L para o lado direito, foi encontrada uma mudança significativa considerando o fator tempo ( $F (1.13) = 38.437$ ;  $p < 0.001$ ;  $\mu = 0.86$ ). A análise post hoc mostrou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré:  $1.09 \pm 0.12$ s; pós:  $0.88 \pm 0.12$  s;  $p = 0.006$ ;  $g = 1.40$ ;  $IC\ 95\% = 0.79 - 0.98$ ) e para o grupo SOFT (pré:  $1.12 \pm 0.06$  s; pós:  $0.83 \pm 0.09$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 3.44$ ;  $IC\ 95\% = 0.79 - 0.98$ ), conforme mostra a Figura 6D. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre os fatores grupo e tempo.

No COD déficit da corrida em L para o lado esquerdo, não houve diferença significativa para o fator tempo para o grupo VOFT (pré:  $0.97 \pm 0.10$  s; pós:  $0.99 \pm 0.08$  s;  $p = 0.67$ ;  $g = 0.18$ ;  $IC\ 95\% = 0.89 - 1.10$ ) e para o grupo SOFT (pré:

$1.00 \pm 0.08$  s; pós:  $0.96 \pm 0.13$ ;  $p = 0.36$ ;  $g = 0.34$ ;  $IC\ 95\% = 0.87 - 1.04$ ), conforme mostrado na Figura 6E. Além disso, não houve diferença estatisticamente significativa na interação do fator tempo e grupo.

O COD déficit em ziguezague também apresentou diferença significativa considerando o fator tempo ( $F(1,13) = 53.550$ ;  $p < 0.001$ ;  $\eta^2 = 0.90$ ). A análise post hoc mostrou diferença significativa ao longo do tempo para o grupo VOFT (pré:  $2.89 \pm 0.11$  s; pós:  $2.66 \pm 0.19$  s;  $p = 0.001$ ;  $g = 1.23$ ;  $IC\ 95\% = 2.50 - 2.82$ ) e para o grupo SOFT (pré:  $2.89 \pm 0.06$  s; pós:  $2.62 \pm 0.17$ ;  $p < 0.001$ ;  $g = 2.09$ ;  $IC\ 95\% = 2.49 - 2.75$ ), conforme mostrado na Figura 6F. No entanto, não houve diferença significativa ao considerar a interação entre grupos e momentos.

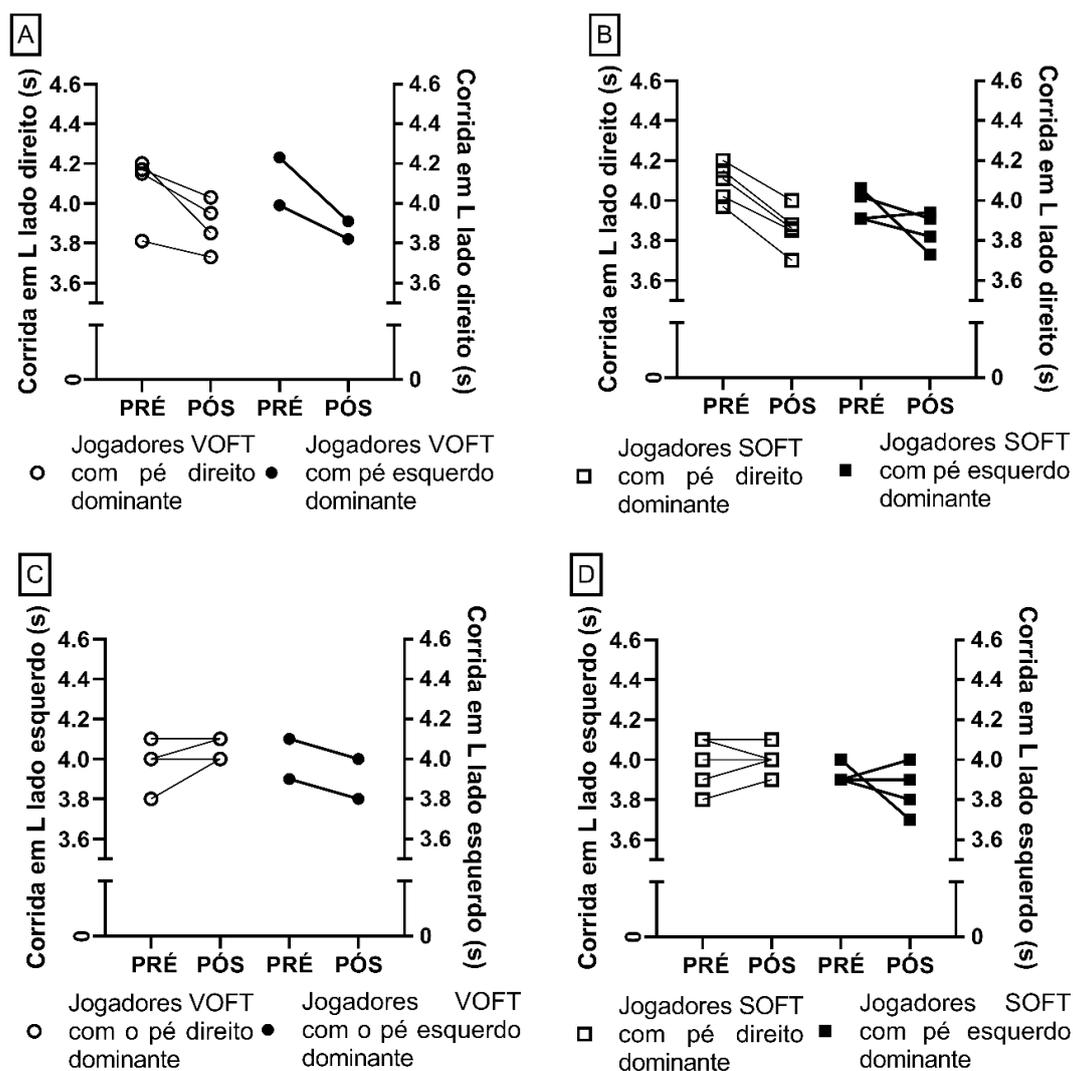
**Figura 6.** Desempenho médio dos atletas nos testes de COD e COD déficit



Nota: O gráfico A demonstra as médias dos grupos nos momentos pré e pós-intervenção para a corrida L para o lado direito; Gráfico B para a corrida L à esquerda; Gráfico C para o teste de ziguezague. O gráfico D demonstra as medidas dos grupos no momento pré e pós-intervenção para o COD déficit da corrida em L para o lado direito; O gráfico E para o COD déficit da corrida em L para o lado esquerdo e o gráfico F para o COD déficit do teste em ziguezague. O (\*)

representa a diferença significativa entre os momentos pré e pós. (s) = segundos. VOFT = Treinamento funcional orientado à velocidade; SOFT = Treinamento funcional orientado à força.

**Figura 7.** Comportamento individual dos jogadores para o Teste de corrida em L de acordo com sua dominância de pé.



Nota: O Gráfico A demonstra o comportamento individual dos jogadores do grupo VOFT para a corrida L para o lado direito com base em sua dominância e o Gráfico B para o grupo SOFT. O Gráfico C demonstra o comportamento individual dos jogadores do grupo VOFT para a corrida L para o lado esquerdo e o Gráfico D para o grupo SOFT. VOFT = Treinamento funcional orientado à velocidade; SOFT = Treinamento funcional orientado à força; círculo = representa o grupo VOFT; quadrado = representa o grupo SOFT; símbolo vazio = jogadores cujo pé direito é dominante; símbolo completo = jogadores cujo pé esquerdo é dominante; (s) = segundos.

### 5.3 Capacidade de salto e velocidade linear

Identificou-se diferença significativa na altura do salto vertical, considerando o fator tempo ( $F(1,13) = 6.064$ ;  $p < 0.050$ ;  $\mu = 0.56$ ). No entanto, não houve diferença significativa entre os momentos pré e pós para nenhum grupo como demonstrado na Tabela 3 e 4. Além disso não houve diferença significativa quando considerada a interação entre os momentos e grupos. Em adição, não houve diferença significativa na altura do CMJ nem no tempo do *sprint* de 20 metros em relação ao fator tempo conforme apresentado na Tabela 3 e 4. A interação entre os fatores tempo e grupo, também não apresentou nenhuma diferença significativa para essas variáveis. Portanto, não houve diferença significativa entre o grupo VOFT e o grupo SOFT em nenhum momento. No entanto, o grupo SOFT teve um tamanho de efeito maior em todas as variáveis do que o grupo VOFT, exceto para as alturas SJ e CMJ.

**Tabela 2.** Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos VOFT e em pré e pós-intervenção.

Variáveis	VOFT		p	95% CI	ES
	Pré	Pós			
CMJ (cm)	37.54 ± 4.56	39.59 ± 2.16	0.10	37.14 – 42.04	0.49
SJ (cm)	35.87 ± 3.74	38.50 ± 3.57	0.07	36.03 – 40.97	0.58
20-m <i>sprint</i> (s)	3.00 ± 0.08	2.99 ± 0.14	0.81	2.90 – 3.08	0.07

Nota: VOFT = treinamento funcional orientado a velocidade; CMJ = Salto Contra Movimento; SJ = Salto de Agachamento; p = valor de significância; IC95% = intervalo de confiança; ES = tamanho do efeito.

**Tabela 3.** Valores de média, desvio padrão, intervalo de confiança e tamanho do efeito apresentados pelos grupos SOFT e em pré e pós-intervenção.

Variáveis	SOFT		P	95% CI	ES
	Pré	Pós			
CMJ (cm)	40.14 ± 4.14	41.19 ± 3.10	0.29	39.19 – 43.19	0.26
SJ (cm)	38.35 ± 3.73	39.98 ± 2.17	0.16	37.97 – 42.00	0.49
20-m <i>sprint</i> (s)	2.95 ± 0.06	2.97 ± 0.06	0.36	2.89 – 3.04	0.27

Nota: SOFT = treinamento funcional orientado a força; CMJ = Salto Contra Movimento; SJ = Salto de Agachamento; p = valor de significância; IC95% = intervalo de confiança; ES = tamanho do efeito.

## 6.DISSCUSSÃO

Os principais achados do presente estudo mostraram que apenas quatro semanas de TF como complemento ao TTT foram suficientes para melhorar diferentes componentes da aptidão física em jogadores de futebol. Especificamente, ambos os protocolos de treinamento modificaram positivamente o desempenho do COD, seja orientada para a força (COD força:  $> 90^\circ$ ) ou velocidade (COD veloz:  $\leq 90^\circ$ ), além do COD déficit, sugerindo que ambos os protocolos podem ser utilizados para promover adaptações nesses parâmetros. Nesse sentido, a hipótese levantada por este estudo foi confirmada, mostrando que independente da orientação e foco do TF, esse tipo de treinamento utilizado pode melhorar o desempenho de jogadores de futebol em apenas quatro semanas (11,41,46).

Esses achados podem ser explicados pelo fato de que o TF pode estimular diferentes capacidades físicas em uma mesma sessão de treinamento (11–13). Incluindo velocidade, força e potência, que são essenciais para o desempenho físico de jogadores de futebol e estão diretamente relacionados à capacidade de COD (1,8,31). No presente estudo, principalmente no neuromuscular 1, os atletas realizaram exercícios de coordenação motora e pliométricos, *sprints* curtos e exercícios de mudança de direção. Assim, esperava-se um aumento no desempenho do COD resultante da diminuição do tempo de execução devido a esses estímulos do bloco de treinamento neuromuscular 1 (8,41,47). Além disso, Freitas et al., 2021 observaram uma correlação positiva e significativa entre o desempenho no salto unilateral e a habilidade COD com a perna dominante em atletas de *rugby union* (esporte coletivo). No presente estudo, exercícios de saltos bilaterais e unilaterais foram utilizados em ambos os protocolos, embora estimulados em volumes diferentes. Em consonância com isso, dada a natureza unilateral do COD, os exercícios unilaterais selecionados para a intervenção podem ter contribuído para melhorar o desempenho do COD, principalmente com a perna direita, que para a maioria dos participantes era o membro dominante (41,46,47,71).

Até onde sabemos, nenhum estudo aplicou o treinamento funcional em jogadores de futebol treinados da categoria sub 20, especialmente em um

período de 4 semanas. Apesar disso, encontramos dois estudos que se assemelham um pouco com o nosso e que realizaram uma intervenção longitudinal com TF no futebol (14,15). Um estudo demonstrou adaptações positivas associadas ao TF (14). Outro estudo não demonstrou mudanças positivas nos parâmetros de desempenho físico de jogadores de futebol quando aplicado o TF (15). Keiner et al (15) compuseram o protocolo de intervenção do grupo que realizou TF com exercícios que utilizaram bandas elásticas (mini-bandas) como contra-resistência e treino de core. No entanto, tal configuração não segue os parâmetros atuais, uma vez que o TF utiliza principalmente diferentes métodos de treinamento para potencializar as adaptações em diferentes componentes da aptidão física (66). Por exemplo, exercícios pliométricos que são usados em sessões de treinamento resistido com o objetivo de melhorar a potência dos membros inferiores e a capacidade de salto, e exercícios de velocidade linear são usados para diminuir o tempo de execução de uma tarefa linear, exigindo altas velocidades (14,66). Nesse sentido, o treinamento desenvolvido no estudo pode não ter sido suficiente para melhorar os determinantes do desempenho físico de atletas de futebol, o que justifica o resultado contraditório em relação aos obtidos no presente estudo. Portanto, para planejar e aplicar o TF, especialmente no alto rendimento, a seleção de exercícios e métodos de treinamento eficazes são cruciais para definir se uma intervenção promoverá adaptações em atletas de futebol.

Ambos os protocolos de intervenção foram eficazes em promover melhora significativa em diferentes medidas de COD. Os participantes do estudo reduziram o tempo nas avaliações em ziguezague e no teste de corrida em L para o lado direito. A melhora dessas medidas está relacionada a mecanismos adaptativos como os provocados por programas de treinamento pliométrico, de força e potência muscular, incluindo adaptações na força máxima, alterações hormonais e remodelação neuromuscular. Além disso, essas adaptações podem ser potencializadas integrando diferentes capacidades físicas estimuladas em uma mesma sessão de treinamento (72).

Apesar do aumento de desempenho nessas variáveis, o COD do teste de corrida em L para o lado esquerdo não se alterou ao longo do tempo. Esperávamos esse resultado considerando que os jogadores de futebol

frequentemente encontram uma assimetria entre os lados dominantes e não dominantes (73). Como a amostra do presente estudo é predominantemente destra (60%) (Tabela 1), esse resultado pode ter influenciado o COD da corrida L, promovendo melhora apenas na realização do teste no lado direito. Além disso, como mostra a Figura 4, todos os jogadores destros reduziram o tempo de teste de COD para o lado direito, enquanto alguns jogadores canhotos reduziram o tempo e outros mantiveram ou aumentaram em ambos os grupos. No entanto, quando ambos os grupos realizaram o teste de COD para o lado esquerdo, praticamente todos os jogadores destros mantiveram ou aumentaram o tempo. Para os canhotos, quase todos reduziram o tempo. O mesmo resultado ocorreu em outros estudos em que a assimetria de COD foi avaliada. Todos esses estudos relataram uma melhor resposta na COD para o lado dominante do que para o lado não dominante (74–76).

Em relação à velocidade linear, nossos achados não concordam com o estudo de Baron et al, (14). A amostra do estudo é diferente dos participantes da presente investigação quanto ao nível competitivo dos atletas. Os jogadores do presente estudo possuem mais de quatro anos de experiência no futebol. Além disso, são jogadores mais velhos, apresentando um estágio de desenvolvimento físico mais avançado, dificultando a adaptação aos componentes físicos, principalmente em um curto período de treinamento (72). Além disso, existe uma falta de exercício que estimule a velocidade linear máxima (distância > 20 metros). As distâncias escolhidas para a intervenção têm características de velocidade de aceleração (distância < 10 metros). Escolhemos esse distanciamento devido à representatividade dessas ações. São uma das ações que antecedem o momento do gol, em que 49% dos *sprints* são realizados em menos de 10 metros no futebol (1). Outro ponto na seleção dessa distância é a relação entre aceleração/desaceleração (estimulada em corridas de aproximadamente 10 m) e a variável dependente mais crítica do estudo, o COD, que requer momentos de desaceleração e aceleração constantes e repetitivos em distâncias curtas (46).

Em relação ao COD déficit no teste *Zigzag* e no teste de corrida em L para o lado direito, sem alteração na velocidade linear e com o desempenho da COD aumentado, o resultado obtido foi uma melhora no COD déficit. Isso significa que

os jogadores mantiveram seus níveis de velocidade linear, melhorando a eficácia e a aplicação da velocidade nas mudanças de direção. Assim, a melhora no COD através do presente protocolo de TF não teve influência na velocidade máxima em linha reta, sendo exclusivamente de uma melhor capacidade de mudança de direção. Esse resultado pode ser explicado devido aos exercícios COD realizados na intervenção e os *sprints* curtos aplicados no bloco de treinamento neuromuscular 1. É necessário inserir exercícios específicos de COD na sessão de treinamento para melhorar o COD déficit (41). Este fato ocorre porque as demandas por ações de aceleração e desaceleração nestes exercícios são frequentes. Assim, possibilitando transferir as capacidades mais gerais, como velocidade e potência, para tarefas mais especializadas, como o COD. Além disso, Freitas et al, (71) explicaram que exercícios de força excêntricos, unilaterais e aplicados em diferentes dimensões podem ajudar a melhorar o COD déficit. Os exercícios que foram aplicados no presente estudo, mais especificamente no bloco de treinamento neuromuscular 2, são um fator que pode ter ajudado a melhorar o COD déficit.

Em relação à habilidade de salto, alguns autores avaliaram o efeito do treinamento complexo/combinado na habilidade de salto de jogadores de futebol em uma meta-análise (72). Identificaram que a habilidade de salto é melhor desenvolvida quando a intervenção durou mais de oito semanas e foi realizada com atletas profissionais menores de 18 anos. No presente estudo, a intervenção teve duração de quatro semanas e foi realizada com atletas de sub elite da categoria sub-20. Este fato pode justificar o resultado de não haver melhora estatisticamente significativa. No entanto, um tamanho de efeito pequeno e moderado foi mostrado para o SJ e CMJ, respectivamente, independentemente do volume de TF aplicado. Portanto, hipotetizamos que tais achados provavelmente seriam estatisticamente significativos em uma intervenção com maior duração.

Outro ponto essencial do presente estudo foi sua validação ecológica. Isso porque as melhorias nas capacidades físicas aqui apresentadas foram desenvolvidas pelo treinamento funcional como forma complementar ao treinamento técnico tático em apenas quatro semanas de intervenção (pré-temporada), com baixa frequência semanal (duas sessões) e com um curto tempo de treinamento

(9,79 % do tempo total da sessão). Portanto, esse é um achado favorável, considerando o tempo de treinamento limitado que os clubes de futebol possuem atualmente (13), com menos dias disponíveis para preparação técnica, tática e física devido aos calendários congestionados. Sendo assim, um protocolo de treinamento (nas suas duas variantes) que possa ser realizado rapidamente e de forma complementar a parte técnica tática, devido a seu baixo volume e frequência e ainda assim obter ganhos relevantes nas capacidades físicas essenciais para atletas de futebol treinados, pode ter uma grande relevância para o futebol e a área de treinamento esportivo.

O presente estudo tem algumas limitações. Por exemplo, este estudo não pôde compor um grupo controle, isso porque o estudo foi realizado com apenas uma equipe, dificultando a implantação de outro grupo com rotina de treinamento diferenciada no contexto de uma equipe profissional. Além disso, este estudo tem uma amostra pequena. Pode ser interessante realizar um estudo com um número mais significativo de participantes, com outras categorias, diferentes níveis competitivos e diferentes épocas para expandir os achados para outras populações.

No entanto, os profissionais do esporte podem considerar a aplicação do TF em suas sessões de treinamento, uma vez que ambos os protocolos aplicados como forma complementar ao TTT, foram capazes de desenvolver as habilidades físicas essenciais dos jogadores de futebol de forma multicomponente. Todas essas melhorias em um curto período, tornando-se um método de treinamento eficiente em termos de tempo. Nessa perspectiva, o TF pode ser incluído na agenda lotada de jogos do clube e inserido na periodização tática do treinamento do futebol. Por exemplo, se o time estiver em período de pré-temporada com apenas um amistoso por semana, é possível aplicar o SOFT no dia da aquisição, no qual se pretendem ganhos de força. Com maiores ganhos de velocidade necessários no dia da aquisição, o VOFT pôde ser realizado. Caso a equipe esteja em período competitivo, com dois jogos por semana, no dia da aquisição, os jogadores titulares podem realizar o VOFT e ainda obter ganhos consideráveis nas capacidades físicas. Além disso, os jogadores podem evitar a dor tardia que o treinamento de força mais volumoso pode trazer (77).

## **7. CONCLUSÃO**

Em conclusão, quatro semanas de TF como complemento ao TTT, realizadas no período de pré-temporada modificam positivamente diferentes componentes da aptidão física em jogadores de futebol sub-20, apesar do tipo orientação ao treinamento (velocidade ou força). Independentemente dos estímulos de exercício priorizados, o TF como complemento ao TTT, melhora os parâmetros de corrida COD e o déficit COD e aumenta a capacidade de salto no SJ e CMJ em apenas quatro semanas em jogadores de futebol sub-20.

## REFERÊNCIAS

1. Stolen T, Chamari K, Chia MYH. Physiology of Soccer: an Update. *Sports Medicine*. 2005;35(6):501–36.
2. Faude O, Koch T, Meyer T. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *J Sports Sci*. 2012;30(7):625–31.
3. Pons E, Ponce-Bordón JC, Díaz-García J, del Campo RL, Resta R, Peirau X, et al. A longitudinal exploration of match running performance during a football match in the spanish la liga: A four-season study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1–10.
4. Oliva-Lozano JM, Gómez-Carmona CD, Pino-Ortega J, Moreno-Pérez V, Rodríguez-Pérez MA. Match and Training High Intensity Activity-Demands Profile during a Competitive Mesocycle in Youth Elite Soccer Players. *J Hum Kinet*. 2020;75(1):195–205.
5. Clemente FM, Afonso J, Sarmiento H. Small-sided games: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *PLoS One*. 2021;16(2):1–22.
6. Clemente FM, Ramirez-Campilo R, Nakamura FY, Sarmiento H. Effects of high-intensity interval training in men soccer player's physical fitness: A systematic review with meta-analysis of randomized- controlled and non-controlled trials. *J Sports Sci*. 2021;39(11):1202–22.
7. Nimphius S, Callaghan SJ, Bezodis NE LR. Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength Cond J*. 2018;40(1):26–38.

8. Nygaard Falch H, Guldteig Rædergård H, van den Tillaar R. Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med Open*. 2019;5(1):1–37.
9. Drust B, Atkinson G, Reilly T. Future perspectives in the evaluation of the physiological demands of soccer. *Sports Medicine*. 2007;37(9):783–805.
10. Bourgeois F, McGuigan M, Gill N, Gamble G. Physical characteristics and performance in change of direction tasks: A brief review and training considerations. *J Aust Strength Cond*. 2017;25:104–7.
11. Xiao W, Soh KG, Wazir MRWN, Talib O, Bai X, Bu T, et al. Effect of Functional Training on Physical Fitness Among Athletes: A Systematic Review. *Front Physiol*. 2021;12(1):1–12.
12. la Scala Teixeira C v., Evangelista AL, Novaes JS, da Silva Grigoletto ME, Behm DG. “You’re only as strong as your weakest link”: A current opinion about the concepts and characteristics of functional training. *Front Physiol*. 2017;8:1–6.
13. Neto JHF, Kennedy MD. The multimodal nature of high-intensity functional training: Potential applications to improve sport performance. *Sports*. 2019;7(2):1–14.
14. Baron J, Bieniec A, Swinarew AS, Gabryś T, Stanula A. Effect of 12-week functional training intervention on the speed of young footballers. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(1):1–10.
15. Keiner M, Kadlubowski B, Sander A, Hartmann H, Wirth K. Effects of 10 months of Speed, Functional, and Traditional Strength Training on Strength, Linear Sprint, Change of Direction, and Jump Performance in Trained Adolescent Soccer Players. *J Strength Cond Res*. 2020;(3):1–11.
16. Sander A, Keiner M, Schlumberger A, Wirth K, Schmidtbleicher D. Effects of functional exercises in the warm-up on sprint performances. *J Strength Cond Res*. 2013;27(4):995–1001.
17. FIFA. Regras de Futebol 2020/2021. CBF. 2020. 228 p.

18. Sporis G, Jukic I, Ostojic SM, Milanovic D. Fitness Profiling in Soccer: Physical and Physiologic Characteristics of Elite Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2009;23(7):1947–53.
19. Slimani M, Nikolaidis PT. Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: A systematic review. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2019;59(1):141–63.
20. Bradley PS, Sheldon W, Wooster B, Olsen P, Boanas P, Krustup P. High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *J Sports Sci*. 2009;27(2):159–68.
21. Bangsbo J, Mohr M, Krustup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci*. 2006;24(7):665–74.
22. Barnes C, Archer DT, Hogg B, Bush M, Bradley PS. The evolution of physical and technical performance parameters in the english premier league. *Int J Sports Med*. 2014;35(13):1095–100.
23. Reilly Thomas. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Human Movement Studies*. 1976;2:87–97.
24. Mohr M, Krustup P, Bangsbo J. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *J Sports Sci*. 2003;21(7):519–28.
25. Marques Junior KN. Solicitação metabólica no futebol profissional masculino e o treinamento cardiorrespiratório. *Revista Corpoconsciência*. 2004;(13):25–58.
26. Oliveira PR, Amorim CEN, Goulart L. Estudo do esforço físico no futebol júnior. *Rev Par Educ Fís*. 2000;1(2):49–58.
27. Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical demands of different positions in FA Premier League soccer. *J Sports Sci Med*. 2007;6(1):63–70.

28. Robinson G, O'Donoghue P, Wooster B. Path changes in the movement of English Premier League soccer players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2011;51(2):220–6.
29. Helgerud J, Christian Engen L, Wisløff U, Hoff J. Aerobic endurance training improves soccer performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(11):1925–31.
30. Haugen TA, Tønnessen E, Hisdal J, Seiler S. The Role and Development of Sprinting Speed in Soccer. *Int J Sports Physiol Perform*. 2013;432–41.
31. Young WB, James R, Montgomery I. Is muscle power related to running speed with changes of direction? *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 2002;42(3):282–8.
32. Bradley PS, Archer DT, Hogg B, Schuth G, Bush M, Carling C, et al. Tier-specific evolution of match performance characteristics in the English Premier League: it's getting tougher at the top. *J Sports Sci*. 2016;34(10):980–7.
33. Deweese B, Nimphius S. Program design and technique for speed and agility training. 2018;
34. Sheppard J, Young W. Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of sports sciences*. 2006;919–32.
35. Nimphius S, Callaghan SJ, Spiteri T, Lockie RG. Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance Than Total 505 Time. *J Strength Cond Res*. 2016;30(11):3024–32.
36. Asadi A, Arazi H, Young WB, de Villarreal ES. The effects of plyometric training on change-of-direction ability: A meta-analysis. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11(5):563–73.
37. Chaouachi A, Brughelli M, Chamari K, Levin GT, Abdelkrim N ben, Laurencelle L, et al. Lower limb maximal dynamic strength and agility determinants in elite basketball players. *J Strength Cond Res*. 2009;23(5):1570–7.

38. Lockie RG, Schultz AB, Callaghan SJ, Jeffriess MD, Luczo TM. Contribution of leg power to multidirectional speed in field sport athletes. *Journal of Australian Strength and Conditioning*. 2014;22(2):16–24.
39. Chaouachi A, Manzi V, Chaalali A, Wong DP, Chamari K, Castagna C. Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res*. 2012;26(10):2667–76.
40. Freitas TT, Alcaraz PE, Bishop C, Calleja-González J, Arruda AFS, Guerriero A, et al. Change of direction deficit in national team rugby union players: Is there an influence of playing position? *Sports*. 2019;7(1):1–12.
41. Loturco I, Pereira LA, Freitas TT, Alcaraz PE, Zanetti V, Bishop C, et al. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS One*. 2019;14(5):1–14.
42. Nimphius S, Geib G, Spiteri T, Carlisle D. “Change of direction deficit” measurement in Division I American football players. *Journal of Australian Strength and Conditioning*. 2013;21(2):115–7.
43. Povoas SC, Seabra AF, Ascensao AA, Magalhaes J, Soares JM, Rebelo AN. Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*. 2012;26(12):3365–75.
44. Conte D, Favero TG, Lupo C, Francioni FM, Capranica L, Tessitore A. Time-motion analysis of Italian elite women’s basketball games: individual and team analyses. *Journal of strength and conditioning research*. 2015;144–50.
45. Duthie GM, Pyne DB, Marsh DJ, Hooper SL. Sprint patterns in rugby union players during competition. *J Strength Cond Res [Internet]*. 2006 Feb [cited 2022 Jun 21];20(1):208–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16506864/>
46. Loturco I, Nimphius S, Kobal R, Bottino A, Zanetti V, Pereira LA, et al. Change-of direction deficit in elite young soccer players: The limited relationship between conventional speed and power measures and change-

- of-direction performance. *German Journal of Exercise and Sport Research*. 2018;48(2):228–34.
47. Freitas TT, Pereira LA, Alcaraz PE, Arruda AFS, Guerriero A, Azevedo PHSM, et al. Influence of strength and power capacity on change of direction speed and deficit in elite team-sport athletes. *J Hum Kinet*. 2019 Aug 21;68(1):167–76.
  48. Dolci F, Hart NH, Kilding AE, Chivers P, Piggott B, Spiteri T. Physical and Energetic Demand of Soccer: A Brief Review. *Strength Cond J*. 2020;42(3):70–7.
  49. da Silva-Grigoletto ME, Neto EP, Brandão LHA, Chaves LMDS, de Almeida MB. Effect of two types of cross training protocols on body composition and physical fitness of young adults. *Brazilian Journal of Exercise Physiology*. 2021;19(5):398–408.
  50. Ramos-Campo DJ, Martínez-Guardado I, Olcina G, Marín-Pagán C, Martínez-Noguera FJ, Carlos-Vivas J, et al. Effect of high-intensity resistance circuit-based training in hypoxia on aerobic performance and repeat sprint ability. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(10):2135–43.
  51. Arcos AL, Martínez-Santos R, Yanci J, Mendiguchia J, Méndez-Villanueva A. Negative associations between perceived training load, volume and changes in physical fitness in professional soccer players. *J Sports Sci Med*. 2015;14(2):394–401.
  52. Impellizzeri FM, Rampinini E, Marcora SM. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sports Sci*. 2005;23(6):583–92.
  53. Gabbett TJ. The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *Br J Sports Med*. 2016;50(5):273–80.
  54. Buchheit M. Monitoring training status with HR measures: Do all roads lead to Rome? *Front Physiol*. 2014;5:1–19.

55. Cummins C, Orr R, O'Connor H, West C. Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*. 2013;43(10):1025–42.
56. Clarke N, Farthing JP, Norris SR, Arnold BE, Lanovaz JL. Quantification of Training Load in Canadian Football. *J Strength Cond Res*. 2013;27(8):2198–205.
57. Haddad M, Stylianides G, Djaoui L, Dellal A, Chamari K. Session-RPE method for training load monitoring: Validity, ecological usefulness, and influencing factors. *Front Neurosci*. 2017;11:1–14.
58. Foster, C.; Florhaug, J.A.; Franklin, J.; Gottschall, L.; Hrovatin, L.A.; Parker, S.; Doleshal, P.; Dodge C. A New Approach to Monitoring Exercise Training. *J Strength Cond Res*. 2001;15(1):109–15.
59. Borg Gunnar. Borg's perceived exertion and pain scales. *Human kinetics*. 1998;
60. Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A, Marcora SM. Use of RPE-based training load in soccer. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(6):1042–7.
61. Tibana RA, de Sousa NMF, Cunha GV, Prestes J, Fett C, Gabbett TJ, et al. Validity of session rating perceived exertion method for quantifying internal training load during high-intensity functional training. *Sports*. 2018;6(3):2–9.
62. Hulin BT, Gabbett TJ, Blanch P, Chapman P, Bailey D, Orchard JW. Spikes in acute workload are associated with increased injury risk in elite cricket fast bowlers. *Br J Sports Med*. 2014;48(8):708–12.
63. Blanch P, Gabbett TJ. Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute:chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*. 2016;50(8):471–5.

64. Windt J, Ardern CL, Gabbett TJ, Khan KM, Cook CE, Sporer BC, et al. Getting the most out of intensive longitudinal data: A methodological review of workload-injury studies. *BMJ Open*. 2018;8(10):1–17.
65. Williams, S., West, S., Cross, M. J., & Stokes KA. Better way to determine the acute: chronic workload ratio? *Br J Sports Med*. 2017;51(3):209–10.
66. da Silva-Grigoletto, M.E.; Resende-Neto, A.G. de; Teixeira CVLS. Functional training: a conceptual update. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2020;22:1–6.
67. Mihalik, J. P., Libby, J. J., Battaglini, C. L., & McMurray RG. Comparing short-term complex and compound training programs on vertical jump height and power output. *J Strength Cond Res*. 2008;22(1):47–53.
68. Boileau RA. Advances in Body Composition Assessment. *Cad Saude Publica*. 1993;9(1):116–7.
69. Faulkner, J. A., & Falls, H. Exercise physiology. Academic Press, editor. Baltimore; 1968.
70. Cohen J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. 2013.
71. Freitas TT, Alcaraz PE, Calleja-González J, Arruda AFS, Guerriero A, Mercer VP, et al. Influence of physical and technical aspects on change of direction performance of rugby players: An exploratory study. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(24):1–14.
72. Thapa RK, Lum D, Moran J, Ramirez-Campillo R. Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Psychol*. 2021;11:1–15.
73. Bishop C, Turner A, Maloney S, Lake J, Loturco I, Bromley T, et al. Drop jump asymmetry is associated with reduced sprint and change-of-direction speed performance in adult female soccer players. *Sports*. 2019;7(1):1–10.

74. Dos'Santos T, Thomas C, Jones PA, Comfort P. Assessing Asymmetries in Change of Direction Speed Performance: Application of Change of Direction Deficit. *J Strength Cond Res.* 2019;33(11):2953–61.
75. Hart, N.H.; Spiteri, T.; Lockie, R.G.; Nimphius, S.; Newton RU. Detecting deficits in change of direction performance using the preplanned multidirectional australian football league agility test. *J Strength Cond Res.* 2014;28(12):3552–6.
76. Rouissi M, Chtara M, Berriri A, Owen A, Chamari K. Asymmetry of the modified illinois change of direction test impacts young elite soccer players' performance. *Asian J Sports Med.* 2016;7(2):1–5.
77. Silva JR, Rumpf MC, Hertzog M, Castagna C, Farooq A, Girard O, et al. Acute and Residual Soccer Match-Related Fatigue: A Systematic Review and Meta-analysis. Vol. 48, *Sports Medicine.* 2018. 539–583 p.

## APÊNDICE 1

### Ficha de avaliação

Nome completo: \_\_\_\_\_; Data \_\_/\_\_/\_\_;

Posição: \_\_\_\_\_; Peso: \_\_\_\_\_; Altura: \_\_\_\_\_;

Dominância: \_\_\_\_\_; Experiência \_\_\_\_\_

Dobras cutâneas	Tricipital	Subescapular	Abdominal	Supra ilíaca

CMJ (cm)	1°	2°	3°

CMJ (W)	1°	2°	3°

SJ (cm)	1°	2°	3°

SJ (W)	1°	2°	3°

Velocidade 20 m	1°	2°	3°

<b>Corrida L</b>	<b>1°Direita</b>	<b>2°Direita</b>	<b>1°Esquerda</b>	<b>2°Esquerda</b>

<b>Zigue Zague</b>	<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>

## APÊNDICE 2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título do Projeto:** INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE

**COORDENADORES DA PESQUISA**

**Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto**

**Prof. Dermival Ribeiro Marques Neto**

**Prof. Ezequias Pereira Neto**

Telefone: (79) 991383918

E-mail: netoribeiro98@outlook.com

\_\_\_\_\_  
Rubrica do participante e/ou responsável  
legal

\_\_\_\_\_  
Rubrica do pesquisador

Você está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE. Todas as informações necessárias sobre a pesquisa encontram-se relacionadas abaixo e caso existam dúvidas, favor esclarecê-las antes da assinatura do presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a influência do treinamento funcional sobre a habilidade e o déficit de mudança de direção em jogadores de futebol de elite sub 20 e em adição verificar o desenvolvimento da potência, força e velocidade de jovens atletas de elite.

O motivo que nos leva a estudar essa temática é baseado na importância de que o bom desenvolvimento das capacidades físicas em especial a mudança de direção possa vir a alterar um resultado de uma partida. Um bom treinamento físico pode resultar em aumento do desempenho por parte dos atletas e até redução de lesões. No entanto a metodologia de treinamento funcional no futebol com atletas de elite ainda possui alguns pontos que não foram esclarecidos. Nesta perspectiva, essa temática que vem sendo bastante estudada na literatura científica em outras populações, mas ainda necessita de esclarecimentos como por exemplo identificar qual o efeito do treinamento funcional no desempenho físico dos atletas de futebol.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Trata-se de um estudo de caráter de intervenção com duração de seis semanas em atletas de futebol de alto rendimento visando analisar como diferentes organizações de treinamento funcional afetaram as capacidades físicas e na composição corporal. Ao longo da pesquisa serão realizadas duas avaliações físicas e antropométricas.

## **1. Apresentação detalhada da metodologia:**

### **\* Avaliação Antropométrica (Medidas corporais):**

Serão aferidas variáveis antropométricas, tais como peso, estatura e dobras cutâneas:

- O peso será aferido com auxílio de balança, com o avaliado utilizando roupas leves, em local reservado;
- A estatura será medida com auxílio de estadiômetro, e o avaliado deverá estar descalço;
- As dobras cutâneas serão avaliadas com auxílio de adipômetro.

### **\* Testes de Desempenho Físico:**

Serão realizados testes de mudança de direção, velocidade e potência de membros inferiores e capacidade de salto;

---

Rubrica do participante e/ou responsável

legal

---

Rubrica do pesquisador

## **2. Possíveis riscos:**

Apesar de todos os instrumentos e testes fazerem parte da rotina de avaliação e treinamento dos atletas de futebol, informa-se que você poderá sentir algum desconforto devido:

- A coleta de variáveis antropométricas, a qual poderá causar leve desconforto, por conta da leve pressão gerada na pele, em virtude do contato entre a pinça (adipômetro) e a pele do avaliado, como se fosse um pequeno “beliscão”;
- A realização de esforço físico intenso, os quais poderão provocar: câimbra, aumento da tonificação transitória dos músculos, sede e sudorese intensa.
- Além disso, situações imprevistas como torção ou possíveis quedas que não podem ser controladas pelos pesquisadores do estudo e que acarretam em dores articulares ou musculares podem ocorrer.

Para amenizar tais desconfortos, os profissionais responsáveis pela realização de cada etapa são altamente treinados e habilitados para exercerem suas funções. Durante avaliação física fisioterapeuta da equipe da pesquisa vai estar presente para caso haja necessidade de atendimento (Marcos Raphael Pereira Monteiro – CREFITO 301141-F).

Em caso de atendimento de urgência, elege-se o Hospital de Urgência de Sergipe. Av. Tancredo Neves, 6446 - CEP 49095-000, Aracaju, Brasil. Telefone (79) 3216-2600.

### **3. Benefícios ao participante:**

Durante a realização do estudo:

- Os atletas poderão acompanhar como está o seu status neuromuscular decorrente dos treinamentos.

Após a realização do estudo, cada participante receberá laudo individual, no que se refere a:

- Avaliação antropométrica;
- Avaliação de desempenho físico;

### **4. Liberdade do participante:**

Você estará livre para participar ou recusar-se a participar, retirando seu consentimento ou interrompendo sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador.

---

Rubrica do participante e/ ou responsável

legal

---

Rubrica do pesquisador

## 5. Sigilo

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e privacidade em que haverá a substituição dos nomes das participantes por numerações e os materiais ficarão sob a propriedade do pesquisador responsável. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

O voluntário e o responsável da pesquisa concordam em rubricar todas as páginas deste termo.

Os resultados finais da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Caso haja danos decorrentes dos riscos desta pesquisa, o pesquisador assumirá a responsabilidade pelo ressarcimento e pela indenização.

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado dos objetivos do estudo INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Concordo que os materiais e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa poderão ser utilizados em atividades de natureza acadêmico-científica, desde que assegurada a preservação de minha identidade. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar, de modo que concordo em participar desse estudo e recebi uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Em caso de dúvidas não esclarecidas de maneira adequada pelo pesquisador responsável, de discordância com procedimentos ou irregularidade de natureza ética, posso buscar auxílio junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, no seguinte endereço e contatos:

Universidade Federal de Sergipe

Programa de Pós-Graduação em Educação Física – PPGEF

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE

Contato por e-mail: [cephu@ufs.br](mailto:cephu@ufs.br)

Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

CIDADE/ESTADO, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante e/ ou responsável legal

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

## APÉNDICE 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

**Título do Projeto:** INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE

#### COORDENADORES DA PESQUISA

**Prof. Dr. Marzo Edir da Silva Grigoletto**

**Prof. Dermival Ribeiro Marques Neto**

**Prof. Ezequias Pereira Neto**

Telefone: (79) 991383918

E-mail: netoribeiro98@outlook.com

---

Rubrica do participante e/ou responsável  
legal

---

Rubrica do pesquisador

O seu filho está sendo convidado para participar da pesquisa INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE. Todas as informações necessárias sobre a pesquisa encontram-se relacionadas abaixo e caso existam dúvidas, favor esclarecê-las antes da assinatura do presente Termo de Assentimento Livre e Esclarecido – TALE.

Esta pesquisa tem como objetivo identificar a influência do treinamento funcional sobre a habilidade e o déficit de mudança de direção em jogadores de futebol de elite sub 17 e em adição verificar o desenvolvimento da potência, força e velocidade de jovens atletas de elite.

O motivo que nos leva a estudar essa temática é baseado na importância de que o bom desenvolvimento das capacidades físicas em especial a mudança de direção possa vir a alterar um resultado de uma partida. Um bom treinamento físico pode resultar em aumento do desempenho por parte dos atletas e até redução de lesões. No entanto a metodologia de treinamento funcional no futebol com atletas de elite ainda possui alguns pontos que não foram esclarecidos. Nesta perspectiva, essa temática que vem sendo bastante estudada na literatura científica em outras populações, mas ainda necessita de esclarecimentos como por exemplo identificar qual o efeito do treinamento funcional no desempenho físico dos atletas de futebol.

Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: Trata-se de um estudo de caráter de intervenção com duração de seis semanas em atletas de futebol de alto rendimento visando analisar como diferentes organizações de treinamento funcional afetam as capacidades físicas e na composição corporal. Ao longo da pesquisa serão realizadas duas avaliações físicas e antropométricas.

## **1. Apresentação detalhada da metodologia:**

### **\* Avaliação Antropométrica (Medidas corporais):**

Serão aferidas variáveis antropométricas, tais como peso, estatura, perímetros e dobras cutâneas:

- O peso será aferido com auxílio de balança, com o avaliado utilizando roupas leves, em local reservado;
- A estatura será medida com auxílio de estadiômetro, e o avaliado deverá estar descalça;
- As dobras cutâneas serão avaliadas com auxílio de adipômetro.

### **\* Testes de Desempenho Físico:**

Serão realizados testes de mudança de direção, velocidade, força e potência de membros inferiores e capacidade de salto;

## **2. Possíveis riscos:**

Apesar de todos os instrumentos e testes fazerem parte da rotina de avaliação e treinamento dos atletas de futebol, informa-se que você poderá sentir algum desconforto devido:

Rubrica do participante e/ou responsável legal	Rubrica do pesquisador
<ul style="list-style-type: none"><li>• A coleta de variáveis antropométricas, a qual poderá causar leve desconforto, por conta da leve pressão gerada na pele, em virtude do contato entre a pinça (adipômetro) e a pele do avaliado, como se fosse um pequeno “beliscão”;</li><li>• A realização de esforço físico intenso, os quais poderão provocar: cãimbra, aumento da tonificação transitória dos músculos, sede e sudorese intensa.</li><li>• Além disso, situações imprevistas como torção ou possíveis quedas que não podem ser controladas pelos pesquisadores do estudo e que acarretam em dores articulares ou musculares podem ocorrer.</li></ul>	

Para amenizar tais desconfortos, os profissionais responsáveis pela realização de cada etapa são altamente treinados e habilitados para exercerem suas funções. Durante avaliação física fisioterapeuta da equipe da pesquisa vai estar presente para caso haja necessidade de atendimento (Marcos Raphael Pereira Monteiro – CREFITO 301141-F).

## **3. Benefícios ao participante:**

Durante a realização do estudo:

- Os atletas poderão acompanhar como está o seu status neuromuscular decorrente dos treinamentos.

Após a realização do estudo, cada participante receberá laudo individual, no que se refere a:

- Avaliação antropométrica;
- Avaliação de desempenho físico;

## **4. Liberdade do participante:**

Você estará livre para participar ou recusar-se a participar, retirando o seu assentimento e o seu responsável o consentimento, respectivamente ou interrompendo sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador. O responsável por você também poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento.

## 5. Sigilo

O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e privacidade em que haverá a substituição dos nomes das participantes por numerações e os materiais ficarão sob a propriedade do pesquisador responsável. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

O voluntário e o responsável da pesquisa concordam em rubricar todas as páginas deste termo. Além disso, uma via desse documento ficará com o participante e responsável legal. Os resultados finais da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada.

Caso haja danos decorrentes dos riscos desta pesquisa, o pesquisador assumirá a responsabilidade pelo ressarcimento e pela indenização.

---

Rubrica do participante e/ou responsável legal

---

Rubrica do pesquisador

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que fui informado dos objetivos do estudo INFLUÊNCIA DO TREINAMENTO FUNCIONAL SOBRE A HABILIDADE E O DÉFICIT DE MUDANÇA DE DIREÇÃO EM JOGADORES DE FUTEBOL SUB 20 DE ELITE, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Concordo que os materiais e as informações obtidas relacionadas à minha pessoa poderão ser utilizados em atividades de natureza acadêmico-científica, desde que assegurada a preservação de minha identidade. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha

decisão de participar, se assim o desejar. Tendo o termo de consentimento do meu responsável já sido assinado, declaro que concordo em participar desse estudo e que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido. Em caso de dúvidas não esclarecidas de maneira adequada pelo pesquisador responsável, de discordância com procedimentos ou irregularidade de natureza ética, posso eu ou o meu responsável buscar auxílio junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, no seguinte endereço e contatos:

Universidade Federal de Sergipe

Programa de Pós-Graduação em Educação Física – PPGEF

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº Bairro: Sanatório – Aracaju CEP: 49.060-110 – SE

Contato por e-mail: [cep@academico.ufs.br](mailto:cep@academico.ufs.br)

Telefone e horários para contato: (79) 3194-7208 – Segunda a Sexta-feira das 07 às 12h.

CIDADE/ESTADO, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Nome do responsável pelo  
menor

\_\_\_\_\_  
Nome do menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador

**ANEXO 1****ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DO ESFORÇO –  
ESCALA FOSTER ADAPTADA DE BORG (2001)****QUÃO INTENSA FOI A SESSÃO DE TREINO QUE VOCÊ  
REALIZOU?**

- 
- |           |                          |
|-----------|--------------------------|
| <b>0</b>  | <b>REPOUSO</b>           |
| <b>1</b>  | <b>MUITO MUITO FÁCIL</b> |
| <b>2</b>  | <b>FÁCIL</b>             |
| <b>3</b>  | <b>MODERADO</b>          |
| <b>4</b>  | <b>UM POUCO DIFÍCIL</b>  |
| <b>5</b>  | <b>DIFÍCIL</b>           |
| <b>6</b>  | <b>-</b>                 |
| <b>7</b>  | <b>MUITO DIFÍCIL</b>     |
| <b>8</b>  | <b>-</b>                 |
| <b>9</b>  | <b>-</b>                 |
| <b>10</b> | <b>MÁXIMO</b>            |
-