



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Paulo Vitor de Souza

**EFEITOS DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO E DA IDADE CRONOLÓGICA  
SOBRE AS ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES E DE *PERFORMANCE*  
FÍSICA AO TREINAMENTO INTERVALADO EM JOVENS JOGADORES DE  
FUTEBOL**

Florianópolis  
2023

Paulo Vitor de Souza

EFEITOS DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO E DA IDADE CRONOLÓGICA SOBRE  
AS ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES E DE *PERFORMANCE* FÍSICA AO  
TREINAMENTO INTERVALADO EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Fernandes da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Anderson Santiago Teixeira

Florianópolis

2023

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

de Souza, Paulo Vitor

EFEITOS DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO E DA IDADE  
CRONOLÓGICA SOBRE AS ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES E DE  
PERFORMANCE FÍSICA AO TREINAMENTO INTERVALADO EM JOVENS  
JOGADORES DE FUTEBOL / Paulo Vitor de Souza ; orientador,  
Juliano Fernandes da Silva, coorientador, Anderson  
Santiago Teixeira, 2023.

74 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em  
Educação Física, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Treinamento Intervalado. 3.  
Frequência de treino. 4. Temporada competitiva. I.  
Fernandes da Silva, Juliano . II. Teixeira, Anderson  
Santiago . III. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. IV. Título.

Paulo Vitor de Souza

EFEITOS DA FREQUÊNCIA DE TREINAMENTO E DA IDADE CRONOLÓGICA SOBRE  
AS ADAPTAÇÕES CARDIOVASCULARES E DE *PERFORMANCE* FÍSICA AO  
TREINAMENTO INTERVALADO EM JOVENS JOGADORES DE FUTEBOL

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 06 de fevereiro de  
2023, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, Dr.  
Instituição Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fabio Yuzo Nakamura, Dr.  
Instituição Universidade da Maia

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado  
adequado para obtenção do título de Mestre em Educação Física pelo Programa de Pós-  
Graduação em Educação Física.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Juliano Fernandes da Silva, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2023.

Dedico este trabalho à  
todos que estiveram comigo nessa jornada, principalmente minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me iluminado nesta caminhada, fonte de inspiração e sabedoria.

Aos meus pais, Nelci Terezinha da Silva de Souza, Paulo Roberto de Souza, minha irmã, Camila Beatriz de Souza e meu cunhado, Carlos Augusto Gonçalves, pelos ensinamentos e exemplos de caráter e educação.

À minha namorada Maria Carolina da Silva, por estar presente em mais um desafio comigo, tendo um papel fundamental, com muito companheirismo, paciência e cumplicidade.

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), ao Centro de Desportos (CDS), ao Programa de Pós-graduação em Educação Física (PPGEF), ao corpo docente e aos servidores técnicos-administrativos por proporcionarem uma excelente estrutura para meus estudos de graduação e mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por terem concedido apoio financeiro durante todo o percurso do mestrado.

Aos clubes, treinadores e atletas que se colocaram à disposição e permitiram a execução desta dissertação de mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Juliano Fernandes da Silva e meu Coorientador, Prof. Dr. Anderson Santiago Teixeira, pelo aceite, por toda orientação e conselhos durante minha trajetória acadêmica, profissional e pessoal.

Aos professores, Dr. Paulo Henrique Borges e Dr. Michel Angillo Saad, por todo apoio e suporte durante todo o percurso da minha formação no mestrado.

Aos meus colegas de mestrado e do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento do Futebol e do Futsal (NUPEDEFF), que foram parte fundamental na construção e viabilidade desta dissertação de Mestrado.



## RESUMO

O objetivo deste trabalho é verificar o efeito independente e a interação da frequência do treinamento e da idade cronológica sobre as adaptações cardiovasculares e de *performance* aeróbia/anaeróbia após 7 a 8 semanas de treinamento intervalado curto (TI<sub>curto</sub>), prescrito a partir do PV<sub>T-CAR</sub> em jogadores de futebol de 10 a 15 anos durante o período competitivo. A amostra iniciou com 113 atletas, sendo divididos em 4 categorias e randomizados para treinar uma (F<sub>1X</sub>) ou duas vezes por semana (F<sub>2X</sub>). Ao final, 37 atletas foram excluídos por falta de frequência e outros 12 por não participarem de todos os testes. Assim, para as análises deste trabalho, permaneceram 64 jogadores divididos em: Sub-12 (idade:  $11.89 \pm 0.5$ , n = 16), Sub-14 (idade:  $13.55 \pm 0.6$ , n = 29) e Sub-15 (idade:  $14.85 \pm 0.4$ , n = 19). Em vista disso, as avaliações físicas foram compostas pelos seguintes testes: T-CAR, teste de corrida submáxima 5'-5', RSA e análise da VFC de repouso. Para garantir a eficácia do trabalho, o protocolo de treinamento foi realizado com adição gradativa constante em dois fatores, sendo a intensidade a cada duas semanas e o volume com variação semanal. Nesse sentido, a intensidade começou em 100% do PV<sub>T-CAR</sub> com 12 segundos de esforço e 12 segundos de descanso, de modo que fosse incluída a mudança de direção. No entanto, a partir da quinta semana, a mudança de direção foi retirada e o esforço e descanso passaram a ser 6 segundos. Desse modo, o treinamento foi concluído na sétima e oitava semana a 115% e houve uma redução do volume na última semana para refinamento. Após o período de intervenção, o PV<sub>T-CAR</sub> aumentou em todas as categorias etárias, com ganhos maiores nos Sub-12 e Sub-14. A FC submáxima diminuiu significativamente apenas nos Sub-12 e Sub-14. Com isso, o grupo F<sub>2X</sub> teve uma maior redução na FC<sub>12km/h\_T-CAR</sub>. A taxa de HRR aumentou após a intervenção apenas no Sub-12, com o grupo F<sub>2X</sub> apresentando um aumento maior. Além de que o Ln\_rMSSD<sub>3min\_T-CAR</sub> aumentou significativamente, independentemente da idade e frequência de treinamento. As alterações no Ln\_rMSSD<sub>3min\_5'+5'</sub> após a intervenção dependem da idade e frequência de treinamento, com melhoras observadas apenas em algumas categorias etárias. Assim, conclui-se que o TI<sub>curto</sub> deste estudo, prescrito a partir do PV<sub>T-CAR</sub>, foi efetivo para produzir adaptações cardiovasculares e de *performance* aeróbia após o intervalo de 7 a 8 semanas em jogadores de 10 a 15 anos.

**Palavras-chave:** Treinamento Intervalado; Frequência de treino; Temporada competitiva.



## ABSTRACT

The aim of this study was to examine the independent effect and interaction of training frequency and chronological age on cardiovascular adaptations and aerobic/anaerobic performance after 7-8 weeks of short-term interval training (TI) prescribed from the  $PV_{T-CAR}$  in soccer players aged 10 to 15 years during the competitive period. The sample started with 113 athletes, divided into 4 categories, and randomized to train one ( $F_{1X}$ ) or two times per week ( $F_{2X}$ ). In the end, 37 athletes were excluded for lack of attendance and another 12 for not participating in all tests. Thus, for the analyses of this study, 64 players remained divided into: Sub-12 (age:  $11.89 \pm 0.5$ ,  $n = 16$ ), Sub-14 (age:  $13.55 \pm 0.6$ ,  $n = 29$ ) and Sub-15 (age:  $14.85 \pm 0.4$ ,  $n = 19$ ). Physical evaluations consisted of the following tests: T-CAR, 5'-5' submaximal running test, RSA, and resting VFC analysis. The training protocol was performed with increasing intensity and volume every two weeks and weekly variation, respectively. The intensity started at 100% of the  $PV_{T-CAR}$  with 12 seconds of effort and 12 seconds of rest, including direction change. From the fifth week, the direction change was removed, and the effort and rest became 6 seconds. The training was completed in the seventh and eighth week at 115% and there was a reduction in volume in the last week for refinement. After the intervention period, the  $PV_{T-CAR}$  increased in all age categories, with higher gains in the Sub-12 and Sub-14. The submaximal HR decreased significantly only in the Sub-12 and Sub-14. The  $F_{2X}$  group had a greater reduction in  $HR_{12km/h_{T-CAR}}$ . The HRR rate increased after the intervention only in the Sub-12, with the  $F_{2X}$  group showing a greater increase. The  $Ln\_rMSSD_{3min_{T-CAR}}$  increased significantly, regardless of age and training frequency. Changes in  $Ln\_rMSSD_{3min_{5'+5'}}$  after intervention depend on age and training frequency, with improvements observed only in some age categories. Thus, it can be concluded that the STIT of this study prescribed from the  $PV_{T-CAR}$  was effective in producing cardiovascular adaptations and aerobic performance after 7-8 weeks in 10 to 15-year-old soccer players.

**Keywords:** Interval Training; Training Frequency; Competitive Season.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do desenho do experimento até a obtenção da amostra final (n = 64). .....	36
Figura 2 - Esquema mostrando a sequência temporal das semanas de treinamento em cada grupo etário.....	38
Figura 3 - Ilustração do teste 5'-5'.....	43
Figura 4 - Valores médios para VFC em repouso ( $Ln\_rMSSD\_repouso$ ) em cada categoria etária (Sub-12 [A], Sub-14 [B] e Sub-15 [C]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$ e $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós). $F_{1x}$ = Frequência de treinamento 1 vez por semana; $F_{2x}$ = Frequência de treinamento 2 vezes por semana. ....	48
Figura 5 - Valores médios para as variáveis HRR30s do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$ e $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).....	52
Figura 6 - Valores médios para as variáveis HRR60s do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$ e $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).....	53
Figura 7 - Valores médios para as variáveis $Ln\_rMSSD\_3min$ do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$ e $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro: 1 - Quadro esquemático da revisão de literatura sobre TI.....	29
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Protocolo de treinamento baseado no PV <sub>T-CAR</sub> .....	39
Tabela 2 - Tabela descritiva dos valores em média e desvio padrão para a Idade, Idade no PVE, <i>Maturity Offset</i> , Massa Corporal e estatura das três categorias (Sub-12, Sub-14, Sub-15) e respectivos grupos de frequência de treinamento (F <sub>1X</sub> e F <sub>2X</sub> ). .....	45
Tabela 3 - Comparação do PVT-CAR, RSAmédio e RSAmelhor entre o período pré e pós-treinamento dentro de cada frequência de treinamento (F <sub>1X</sub> e F <sub>2X</sub> ) e grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15). .....	47
Tabela 4 - Comparação dos valores de FC submáxima (valores absolutos e relativos) determinadas durante o teste T-CAR e o teste 5'-5' entre o período pré e pós-treinamento dentro de cada frequência de treinamento (F <sub>1X</sub> e F <sub>2X</sub> ) e grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15). .....	50

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEPSH = Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos  
CFT = Centro de Formação e Treinamento  
GPS = *Global Positioning System*  
FC = Frequência Cardíaca  
FCmax = FC máxima  
F<sub>1x</sub> = Frequência de treinamento 1 vez por semana  
F<sub>2x</sub> = Frequência de treinamento 2 vezes por semana  
HRR = *Heart Rate Recovery*  
Ln = Logaritmo natural  
MC = Massa corporal  
PVE = Pico de velocidade em estatura  
PRÉ = Antes de iniciar o protocolo de treinamento  
PÓS = Após finalizar o protocolo de treinamento  
PV<sub>T-CAR</sub> = Pico de velocidade no teste de Carminatti  
rMSSD = Raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR  
RSA = *Resisted Sprint Ability*  
RST = *Resisted Sprint Training*  
SIT = *Sprint Interval Training*  
TCLE = Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TI = Treinamento Intervalado  
T-CAR = Teste de Caminatti  
VFC = Variabilidade da Frequência Cardíaca  
VO<sub>2</sub>max = Volume de oxigênio máximo  
vVO<sub>2</sub>max = Velocidade correspondente ao VO<sub>2</sub>max  
YYIR1 = Yo-Yo *Intermittent recovery* teste nível 1  
95% IC = 95% do intervalo de confiança

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>17</b>
1.1	PROBLEMA E SUA RELEVÂNCIA.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	20
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	<b>20</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	<b>20</b>
1.3	HIPÓTESES.....	21
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>22</b>
2.1	TREINAMENTO INTERVALADO (TI).....	22
<b>2.1.1</b>	<b>Frequência de treinamento em TI</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Maturação sobre TI</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.2	LOCAL DO ESTUDO.....	34
3.3	PARTICIPANTES DO ESTUDO.....	34
3.4	DESENHO DO ESTUDO.....	36
<b>3.4.1</b>	<b>Intervenção do treinamento</b> .....	<b>39</b>
3.5	PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS.....	40
<b>3.5.1</b>	<b>Desempenho físico e medidas fisiológicas</b> .....	<b>40</b>
3.5.1.1	<i>Teste incremental intermitente máximo (Teste de Carminatti - T-CAR)</i> .....	40
3.5.1.2	<i>Teste de capacidade de sprints repetidos (RSA)</i> .....	41
3.5.1.3	<i>Avaliação da VFC em repouso</i> .....	41
3.5.1.4	<i>Teste 5'-5'</i> .....	42
3.5.1.5	<i>Medida antropométricas</i> .....	43
3.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>45</b>
4.1	MEDIDAS DO TESTE T-CAR E RSA.....	45
4.2	MEDIDA DA VFC EM REPOUSO.....	48
4.3	MEDIDAS SUBMÁXIMAS DE FC DURANTE OS TESTES T-CAR E 5'-5'.....	48
4.4	MEDIDAS DA FASE DE RECUPERAÇÃO DOS TESTES T-CAR E 5'-5'.....	51
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>65</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 PROBLEMA E SUA RELEVÂNCIA

As exigências impostas aos atletas de futebol durante as competições requerem que eles apresentem um perfil de velocidade de corrida e aptidão aeróbia satisfatório para suportar a demanda existente ao longo das partidas. Além disso, o acúmulo de jogos em um curto espaço de tempo é preocupante (VIEIRA et al., 2018), tendo em vista que um bom desempenho dos jogadores em campo é dependente da completude de sua *performance* física (FERNANDES DA SILVA et al., 2022). Assim, é necessário se atentar às demandas físicas impostas durante os treinamentos e jogos para não causar uma sobrecarga aos atletas. Bem como continuar aprimorando a aptidão física, principalmente no que diz respeito ao período competitivo.

Nos últimos anos, o aumento da demanda física durante os jogos, especialmente em ações de alta intensidade (BARNES et al., 2014; FAUDE et al., 2012), tem chamado a atenção. Por exemplo, a *Premier League*, uma das ligas mais competitivas do mundo, teve um aumento de aproximadamente 35% nas distâncias percorridas em alta intensidade ( $> 19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) em um curto período (BARNES et al., 2014). Esse aumento faz com que haja uma maior atenção à preparação física de atletas por meio de treinamentos específicos (ex. treinamento intervalado ou jogos reduzidos), para que, assim, sejam capazes de suportar os estímulos desta natureza.

Sabe-se que a demanda física de alta intensidade em jovens atletas durante o jogo apresenta um aumento progressivo com o avançar das categorias (ex.  $9 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  na Sub-11 e  $25 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  na Sub-20) (BUCHHEIT et al., 2010; VIEIRA et al., 2019a). Nesse sentido, é necessário entender sobre as demandas físicas impostas pelos jogos de acordo com a idade cronológica e biológica dos jovens atletas para que, os treinamentos, sejam melhores explorados e otimizados. Buchheit et al. (2012) demonstraram que existe uma dependência entre a tolerância do exercício e o nível de aptidão aeróbia, bem como a velocidade correspondente ao  $\text{VO}_2\text{max}$  ( $v\text{VO}_2\text{max}$ ). Além disso, já foi demonstrado que a potência aeróbia interfere no desempenho durante partidas de modo que, jogadores com maiores níveis apresentaram maiores distâncias percorridas em alta intensidade (CASTAGNA et al., 2009; FERNANDES DA SILVA et al., 2016).

Para um treinamento adequado, a caracterização de uma partida de futebol se faz necessária e deve ser levada em consideração, uma vez que este esporte é caracterizado por longos períodos de atividade de baixa a moderada intensidade, intercalados com períodos curtos de ações em alta intensidade (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Assim, o treinamento intervalado (TI) parece ser uma solução viável considerando esses aspectos. Buchheit e Laursen (2013b) trouxeram quatro classificações para o TI: TI de intervalo curto ( $TI_{\text{curto}}$ ); TI de intervalo longo; treinamento de *sprints* repetidos (*RST*); e treinamento intervalado de *sprints* (SIT). Em uma revisão sobre os vários tipos de TI apresentados acima, os autores encontram que todos apresentam benefícios ao  $VO_2\text{max}$ , desempenho aeróbio em testes de campo máximo e capacidade de *sprints* repetidos (*RSA*), ao passo que não apresentam diferenças significativas na potência muscular, inferida pela altura de saltos verticais (CLEMENTE et al., 2021). Dessa maneira, avaliar e prescrever treinamento baseados no TI se torna importante, tendo em vista a caracterização das demandas físicas de jogo e o pouco tempo de treinamento hábil para a comissão técnica trabalhar.

Pensando nisso, alguns pesquisadores demonstraram a eficiência do pico de velocidade em um teste intermitente (T-CAR) como referência para a prescrição de protocolos de treinamento intervalado ( $PV_{\text{T-CAR}}$ ) e treinamento na intensidade de 100% desse valor. Ou seja, promovendo adaptações positivas sobre a aptidão aeróbia (CETOLIN et al., 2013; FERNANDES DA SILVA et al., 2015). Essa variável outrora já foi associada à  $vVO_2\text{max}$ , portanto, sendo possível considerá-la um indicador de potência aeróbia máxima e o percentual submáximo (80,4%  $PV_{\text{T-CAR}}$ ), como a velocidade correspondente à máxima fase estável de lactato (FERNANDES DA SILVA et al., 2011; CARMINATTI et al., 2020). O T-CAR apresenta uma boa reprodutibilidade em jovens atletas de 10 a 15 anos ( $CCI= 0,89$ ;  $CV= 2,30\% - 0,33 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). Sendo assim, uma pequena mudança de estágio ( $\geq 0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) durante um segundo teste já poderá ser considerada como significativa para melhora, ou piora, sobre o desempenho do atleta (TEIXEIRA et al., 2014). Fernandes da Silva et al. (2016) reportaram que o  $PV_{\text{T-CAR}}$  está associado com a distância percorrida em alta intensidade durante a partida por jovens jogadores de futebol, logo, um parâmetro de avaliação válido para medir desempenho de jogo, embora outras variáveis devam ser consideradas (AQUINO et al., 2019).

Avaliar os atletas, como dito anteriormente, é imprescindível. Porém, diante de uma conturbada semana de treinamentos e jogos (período competitivo), alguns



pesquisadores têm buscado maneiras de fazer essas avaliações de modo que não levem os atletas ao seu máximo (SHUSHAN et al., 2022). O que poderia causar ainda mais fadiga e desgaste nos atletas. Os testes de aptidão submáximos fornecem uma ferramenta prática para as comissões avaliarem o estado fisiológico de um atleta de forma curta e não exaustiva, em que os testes podem ser integrados à sessão de treinamento (BUCHHEIT et al., 2012; PÓVOAS et al., 2018; SCOTT et al., 2022; SHUSHAN et al., 2022). Por exemplo, o uso da frequência cardíaca (FC) submáxima durante protocolos de campo tem sido uma ferramenta prática para monitorar as adaptações ao treinamento (BUCHHEIT et al., 2012; PÓVOAS et al., 2018; SCOTT et al., 2022).

A regulação autonômica da FC é avaliada como indicador da capacidade do organismo de se adaptar ao estímulo do exercício, usando monitoramento da variabilidade da FC (VFC) e FC de recuperação (HRR) em atletas de esportes intermitentes (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT et al., 2012; DE FREITAS et al., 2015). Os índices da VFC e HRR complementam a avaliação da função parassimpática. A HRR está mais relacionada ao tônus vagal, enquanto a VFC é um melhor indicador da modulação parassimpática (BUCHHEIT et al., 2007). O principal índice vagal da VFC usado para monitorar as adaptações do treinamento tem sido o Ln\_rMSSD. Desta forma, diante de altas demandas externas e internas impostas aos atletas, a partir de um teste submáximo ou em repouso é possível avaliar se o treinamento está sendo adequado ou não.

Contudo, antes de avaliar o treinamento é preciso prescrevê-lo de maneira adequada. Para isso, existem algumas variáveis (e.g., intensidade, duração, quantidade de estímulos) que devem ser consideradas durante a programação do TI (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Deve-se levar em consideração os curtos períodos de treinamento devido aos calendários cada vez mais congestionados (com jogos) para aperfeiçoar a técnica, tática e a parte física dos atletas (FAUDE et al., 2013; ENGEL et al., 2018; SHUSHAN et al., 2022). Assim, a frequência de treino semanal é parte fundamental da sessão de treinamento, uma vez que realizar mais de uma sessão de TI durante uma semana com jogo poderia levar a um excesso de carga sobre os atletas. Existem alguns estudos, ligados ao futebol e outros esportes, que observaram os efeitos da frequência de treinamento (OTERO-ESQUINA et al., 2017; BOUGUEZZI et al., 2020; MARZOUKI et al., 2021; REY et al., 2019), entretanto, ainda

não está claro sobre como a modulação da frequência semanal do  $TI_{\text{curto}}$  poderia afetar no rendimento dos atletas de futebol durante o período competitivo.

Até o presente momento, pouco se sabe sobre as diferenças entre realizar o TI com uma frequência de uma ( $F_{1X}$ ) ou duas ( $F_{2X}$ ) vezes por semana e quais seriam as adaptações em adolescentes jogadores de futebol com diferentes idades cronológicas e estágios maturacionais. Nesse sentido, a presente dissertação busca avaliar a eficácia da prescrição de exercícios de corrida intervalada de alta intensidade, suplementar ao treino de futebol, em diferentes frequências de treinamento e grupos etários, prescritos a partir do  $PV_{T-CAR}$ , em adolescentes jogadores de futebol.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo geral

Verificar o efeito independente e da interação da frequência do treinamento e da idade cronológica sobre as adaptações cardiovasculares e de *performance* aeróbia/anaeróbia após o intervalo de 7 a 8 semanas de  $TI_{\text{curto}}$ , prescrito a partir do  $PV_{T-CAR}$  em jogadores de futebol de 10 a 15 anos.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar e comparar a magnitude da mudança no  $PV_{T-CAR}$  e na capacidade de *sprints* repetidos (*RSA*) após 7 a 8 semanas de  $TI_{\text{curto}}$  entre as diferentes frequências de treinamento ( $F_{1X}$  e  $F_{2X}$ ) e grupos etários (Sub-12, Sub-14 e Sub-15);
- ❖ Determinar e comparar a magnitude da mudança nos valores de FC submáxima durante o teste T-CAR e teste 5'-5' após 7 a 8 semanas de  $TI_{\text{curto}}$  entre as diferentes frequências de treinamento ( $F_{1X}$  e  $F_{2X}$ ) e grupos etários (Sub-12, Sub-14 e Sub-15);
- ❖ Determinar e comparar a magnitude da mudança no índice vagal da VFC em repouso e pós-exercício após 7 a 8 semanas de  $TI_{\text{curto}}$  entre as diferentes frequências de treinamento ( $F_{1X}$  e  $F_{2X}$ ) e grupos etários (Sub-12, Sub-14 e Sub-15);

- ❖ Determinar e comparar a magnitude da mudança na taxa de recuperação da frequência cardíaca (HRR) pós-exercício após 7 a 8 semanas de  $T_{\text{curto}}$  entre as diferentes frequências de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ) e grupos etários (Sub-12, Sub-14 e Sub-15).

### 1.3 HIPÓTESES

- ❖ As mudanças no  $PV_{T-CAR}$  e RSA serão positivas com o treinamento e serão dependentes da frequência de treinamento ( $F_{2x} > F_{1x}$ ) e do grupo etário (Sub-12 > Sub-14 > Sub-15);
- ❖ Os valores de FC submáxima durante o teste T-CAR e teste 5'-5' serão reduzidos com o treinamento e tais mudanças serão dependentes da frequência de treinamento ( $F_{2x} > F_{1x}$ ) e do grupo etário (Sub-12 > Sub-14 > Sub-15);
- ❖ O índice vagal da VFC em repouso e pós-exercício aumentará com o treinamento e tal mudança será dependente da frequência de treinamento ( $F_{2x} > F_{1x}$ ) e do grupo etário (Sub-12 > Sub-14 > Sub-15);
- ❖ A taxa de HRR pós-exercício aumentará com o treinamento e tal mudança será dependente da frequência de treinamento ( $F_{2x} > F_{1x}$ ) e do grupo etário (Sub-12 > Sub-14 > Sub-15).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 TREINAMENTO INTERVALADO (TI)

A maior parte dos trabalhos buscam verificar o efeito de um determinado TI, como os efeitos do treinamento de RST (BUCHHEIT et al., 2010; TØNNESSEN et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2015; CHTARA et al., 2017; ENISELER et al., 2017; IAIA et al., 2017; BEATO et al., 2019; REY et al., 2019), SIT (IAIA et al., 2015; BEYER et al., 2020; MARZOUKI et al., 2021), TI<sub>curto</sub> (BAQUET et al., 2002,2004; FAUDE et al., 2013, 2014; FERNANDES DA SILVA et al., 2015), TI longo (HELGERUD et al., 2001; IMPELLIZZERI et al., 2008; SPERLICH et al., 2011) ou JCR (IMPELLIZZERI et al., 2006; HILL-HAAS et al., 2009; HARRISON et al., 2015).

No entanto, outra grande parte dos trabalhos realiza a comparação de dois tipos de TI com a intenção de identificar qual o mais apropriado para determinada categoria etária, tipo de esporte ou período do ano. Muitos trabalhos compararam os JCR com outro tipo de TI, como TI<sub>curto</sub> (DELLAL et al., 2012; JASTRZEBSKI et al., 2014; ASLAN, ORER, CLEMENTE, 2021) ou TI longo (SAFANIA et al., 2011; RADZIMNISKI et al., 2013; LOS ARCOS et al., 2015). Ainda assim, alguns estudos exploraram vertentes diferentes, como comparar o treinamento de RST com TI longo (BRAVO et al., 2008) ou treinamento combinado com duas modalidades RST e TI<sub>curto</sub> (DUPONT, AKAKPO, BARTHOIN, 2004).

#### 2.1.1 Frequência de treinamento em TI

Existem poucos estudos na literatura que abordaram a frequência de treinamento como um problema de pesquisa perante o TI (REY et al., 2019; MARZOUKI et al., 2021). Rey et al (2019), realizou um estudo com jovens jogadores de futebol (idade: 12.3 anos), durante a temporada competitiva, com o objetivo de determinar os efeitos de duas frequências de treinamento de RST com o mesmo volume de treino (1 vez por semana e 2 vezes por semana). Após a realização dos testes físicos de RSA, os atletas foram randomizados em dois grupos de frequência de treinamento e realizaram a intervenção por 6 semanas. O protocolo de treino consistiu em 2 a 6 séries com 4 a 6 repetições de *sprints all-out* por 15 a 30 metros. Após o treinamento, os autores concluíram que o protocolo, somado as atividades

cotidianas do futebol, foi capaz de produzir melhorias significativas e semelhantes no desempenho de RSA.

O estudo de Marzouki et al. (2021) também foi realizado durante a temporada competitiva e procurou realizar um treinamento baseado no SIT em atletas de futebol de 17 anos de idade. O principal objetivo, assim como a pesquisa anterior, foi determinar os efeitos de duas frequências de treinamento com o mesmo volume. Assim, os atletas foram alocados em dois grupos distintos. Sendo um que treinou apenas uma vez por semana e outro que treinou duas. O protocolo de treinamento consistiu em realizar *sprints* em linha reta (SLR) ou com mudança de direção (SMD por 5 a 40 metros, 9 a 30 vezes por sessão em intensidade máxima. Encerrada a intervenção, os atletas aumentaram o  $VO_2\text{max}$  em 8.2% e 10.8%, para os grupos 1 vez por semana e 2 vezes por semana, respectivamente. Os autores concluíram que ambos os regimes de treinamento foram efetivos na melhoria da aptidão física em jogadores de futebol jovens durante o período de temporada. No entanto, o grupo que treinou duas vezes por semana obteve melhor desempenho em comparação com o grupo que treinou somente uma vez. Nesse sentido, eles sugerem que o treinamento de *sprint* uma vez por semana pode ser suficiente para aumentar a aptidão física em futebol para jovens, mas outras modalidades de treinamento podem ser incluídas para uma melhoria adicional.

Dando sequência, a partir da revisão dos artigos pontuados no quadro 1, é possível observar que a maioria dos estudos com atletas de até 16 anos fez uso de frequências menores de treinamento comparado aos estudos com atletas mais velhos, acima de 16 anos. Ao todo, dos 16 artigos apresentados nessa revisão com atletas de até 16 anos, 11 utilizaram dois treinos por semana, enquanto três aplicaram duas a três vezes por semana. Para os atletas com mais de 16 anos, parece haver uma tendência a utilizar a frequência de três vezes por semana na pré-temporada (FAUDE et al., 2013; IMPELLIZZERI et al., 2008; BEATO et al., 2019). Já durante a temporada competitiva, a maioria dos trabalhos manteve a frequência de treinamento a duas vezes por semana e utilizou a intensidade como máxima durante os treinos.

No trabalho de Buchheit et al. (2010), os autores utilizaram um treino na semana para o treinamento de RST, assim como o artigo de Rey et al. (2019), que também teve um grupo treinando RST a apenas uma vez por semana. Ambas os protocolos foram efetivos para melhorar o desempenho dos atletas em testes de RSA, sendo o estudo que completou 10 semanas de treinamento obteve maiores valores

(BUCHHEIT et al., 2010) comparado as 6 semanas do outro (REY et al., 2019). No entanto, o trabalho de REY et al. (2019), mesmo com o mesmo volume de treinamento do grupo que treinou apenas uma vez por semana, teve treinos bissemanais e obteve valores percentuais similares ao estudo de Buchheit et al. (2010).

No estudo de Sperlich et al. (2011), os pesquisadores escolheram trabalhar o TI longo duas a três vezes por semana na intensidade a 90% FCmax. Assim, após 5 semanas de treinamento, foi observado um aumento no VO<sub>2</sub>max dos atletas (+6.9%). Radzimirski et al. (2013) afirma que também fizeram uso da mesma modalidade de TI duas a três vezes por semana e intensidade similar (90-95% FCmax), porém trabalhando durante a pré-temporada e por um período de 8 semanas. Após o período de treinamento os autores observaram apenas a manutenção do VO<sub>2</sub>max, sendo um resultado contrário ao apresentado no trabalho anterior. Ainda nesse estudo, outro grupo realizou o treinamento com JCR e obteve melhoras significativas no VO<sub>2</sub>max (+8.0%) similares ao estudo de Sperlich et al. (2011). Safania et al. (2011), com protocolos muito similares ao estudo de Radzimirski et al. (2013), obteve, após 6 semanas, aumentos significativos na VO<sub>2</sub>max dos atletas por meio de JCR (+25.4%) e TI longo (+27.9%). Essa diferença pode ser explicada pelo nível dos atletas e tipo de teste utilizado, visto que no estudo de Radzimirski et al. (2013) os atletas tinham um VO<sub>2</sub>max cerca de 64% maior e utilizaram um teste incremental de esteira, enquanto o estudo de Safania et al. (2011) utilizou o teste de campo de 12 minutos.

Após observar a literatura perante as diferentes frequências de treinamento, fica evidente uma lacuna que ainda deve ser estudada. Alguns autores sugerem que o TI durante o período competitivo pode ser realizado uma vez por semana, assim treinadores e preparadores físicos tem a oportunidade de inserir atividades técnico-táticas ou mesmo de outras valências físicas que não são englobadas pelo TI (CLEMENTE et al. 2021).

### **2.1.2 Maturação sobre TI**

Durante a fase pré-púbere, exercícios de longa duração e baixa intensidade são os mais indicados e isso pode ser explicado pela quantidade de fibras do tipo I e enzimas oxidativas que são maiores comparados a adultos (ARAUJO, 2022). Contudo, sessões de treinamento acima do limiar anaeróbio, como treinamento intervalado, são mais eficientes para melhorar a resistência aeróbia em curto prazo

em relação aos métodos contínuos (ARAUJO, 2022). Assim, o treinamento deve ser estruturado progressivamente ao longo da pré-puberdade, puberdade e pós-puberdade de acordo com o desenvolvimento do atleta.

Em jovens jogadores, alguns estudos observaram que os adolescentes das categorias sub-12 a sub-18 têm uma maior capacidade de recuperação sobre exercícios de alta intensidade quando comparados a adultos (FALK; DOTAN, 2006; RATEL; DUCHE; WILLIAMS, 2006), destacando a importância da capacidade de *sprints* repetidos (RSA). Essa maior capacidade pode estar parcialmente ligada à ressíntese de fosfocreatina (PCr), que está correlacionada positivamente com a RSA, sendo mais rápida em crianças abaixo de 13 anos do que em jovens adultos na faixa de 18 a 29 anos, cujo tem maior dependência de oxidantes (HEBESTREIT; MIMURA; BAR-OR, 1993; TAYLO et al., 1997).

Entretanto, pode ocorrer um padrão oposto para o tempo total e melhor tempo durante um teste de RSA, isso possivelmente devido à potência anaeróbia máxima e massa muscular ser maior em jovens adultos quando comparados às crianças (ZEFEIRIDIS et al., 2005). Um estudo investigou e verificou que o desempenho do RSA está correlacionado com as mudanças de idade, demonstrando que em relação a tempos médios de *sprint* os atletas mais velhos foram mais rápidos do que a categoria mais nova (sub-18 > sub-16 > sub-14, respectivamente) (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011). Uma outra pesquisa encontrou uma correlação de grande magnitude entre RSA e *sprints* de 20 m, porém não encontrou com múltiplas corridas de 20 m (PYNE et al., 2008), assim sugerindo que a RSA está mais relacionada ao desempenho de *sprints* curtos e não a capacidade de resistência (PYNE et al., 2008; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2011). No entanto, alguns estudos apontaram uma correlação de grande magnitude entre RSA e a aptidão aeróbia (da SILVA; BISHOP; GUGLIELMO, 2010; BROCHERIE et al., 2015; GIRARD; MENDEZVILLANUEVA; BISHOP, 2011; INGEBRIGTSEN et al., 2012).

Uma pequena variação foi encontrada entre a RSA e a agilidade em várias faixas etárias (SPENCER et al., 2011). Embora tenham sido encontradas correlações triviais para os grupos sub-15, sub-16 e sub-17, houve uma correlação muito grande para o grupo sub-18. O teste de RSA neste estudo foi projetado para minimizar a coordenação ou qualquer elemento de habilidade e essas diferenças podem sugerir que a maturidade e o treinamento tiveram um pequeno efeito no resultado.

Ao comparar os resultados obtidos após 7 semanas de treinamento sobre o  $TI_{\text{curto}}$  versus RST, Bravo et al. (2008) observaram resultados significativos para consumo máximo absoluto e relativo de oxigênio e ponto de compensação respiratória em ambos os grupos ( $p < 0,05$ ), porém com uma interação significativa de grupo x tempo para o YYIRT ( $p = 0,003$ ) com RST mostrando maior melhora (de ~1917 m para ~2455 m) do que  $TI_{\text{curto}}$  (de ~1846 m para ~2077 m). Além disso, foi encontrada interação significativa no tempo médio do RSA ( $p = 0,006$ ) com apenas o grupo que fez RST apresentando melhora após o treinamento (de ~7,53 s para ~7,37 s). Esses achados sugerem que, tanto o protocolo de treinamento RSA, quanto o  $TI_{\text{curto}}$  utilizados no estudo podem ser uma estratégia de treinamento eficaz para induzir adaptações de treinamento aeróbico e específico de futebol.

Nascimento et al. (2015) investigaram os efeitos do treinamento de 4 semanas de RSA, duas vezes por semana, nos índices fisiológicos e neuromusculares em atletas de futsal Sub-17 durante a temporada competitiva. A partir de um grupo intervenção e outro controle, esta pesquisa demonstrou que o treinamento de RSA e a rotina normal de treinos foram igualmente efetivos em produzir mudanças nas variáveis analisadas, enquanto o *effect size* sugere que quatro semanas de treinamento de RSA pode ser um tempo mínimo para que ocorram as primeiras alterações no desempenho físico de atletas de futsal.

Buchheit et al. (2008) elaboraram uma pesquisa buscando comparar os efeitos do treinamento com RST e  $TI_{\text{curto}}$  sobre o desempenho e na reativação parassimpática pós-exercício em adolescentes. Assim, quinze adolescentes de ~15,6 anos participaram de dois protocolos distintos durante 9 semanas, o RST contendo seis *sprints all-out* (15 a 20 m) com intervalos de duração de 14 a 20 s, ou TI com 15 a 20 s de corrida a 95% da máxima velocidade atingida no teste 30-15IFT, com intervalos de duração de 15 a 20 s. Os grupos realizaram intervalos duas vezes por semana e mantiveram programas de treinamento externo semelhantes. Após as semanas de treinamento, os autores observaram que o TI foi mais eficaz do que o RST na melhora da função parassimpática pós-exercício e sobre o desempenho físico. Os adolescentes que realizaram TI tiveram melhoras significativas ( $p < 0,05$ ) no  $V_{IFT}$  (de ~19,2  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$  para ~21,3  $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), CSR melhor (de ~5,79 s para ~5,71s) e CSR médio (de ~5,99 s para ~5,90 s).

Um outro estudo, este conduzido com jovens atletas de futebol especificamente da categoria sub-14, buscou avaliar os efeitos do TI três vezes por



semana durante 5 semanas. O TI consistiu em diferentes durações de intervalos de corrida em uma intensidade de FCmax de 90% a 95% com várias durações de descanso entre as séries. Os resultados indicaram que o VO<sub>2</sub>max dos jogadores melhorou em 7% (de ~55,1 para ~58,9 ml.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup>) (SPERLICH et al., 2011).

Em 2013, Faude et al. (2013) realizaram um estudo *cross-over* cujo objetivo foi comparar os efeitos do TI com o treinamento de corrida contínua durante o condicionamento de pré-temporada em 20 jovens atletas de futebol (~15,9 anos). Os jogadores realizaram o treinamento de corrida contínua ou TI durante o período de preparação do verão. Durante a preparação de inverno, eles realizaram o outro programa de treinamento. O TI consistiu em duas séries de 12 a 15 corridas quase máximas de 15, 20 ou 30 s de duração (relação esforço/pausa = 1:1). O descanso entre as séries foi de 10 minutos e atividades de baixa intensidade (Ex: corrida leve, exercícios técnicos) foram realizadas. Já o treinamento de corrida contínua consistiu em corridas contínuas de resistência e *fartlek* (30 a 60 min) na faixa de 80 a 95% da velocidade correspondente ao limiar anaeróbio individual. Dessa maneira, após a realização do estudo, os autores puderam concluir que tanto o TI quanto o treinamento de corrida contínua são meios passíveis para melhorar a capacidade de resistência em jovens jogadores de futebol durante o período de condicionamento físico de pré-temporada. Obtendo, então, maiores ganhos observados após o treinamento de corrida contínua. Entretanto, os autores salientam que, do ponto de vista prático esportivo, o TI necessita apenas de cerca de 70% do tempo total do treinamento de corrida contínua, o que poderia facilitar a organização de horas despendidas sobre os conceitos técnicos e táticos do time.

Uma revisão sistemática e de metanálise foi realizada por Engel et al. (2018) com o objetivo de avaliar pesquisas originais sobre o aprimoramento da resistência e desempenho do exercício anaeróbio em atletas jovens e adolescentes que realizam TI. A revisão concluiu que o TI pode melhorar algumas variáveis importantes relacionadas ao desempenho aeróbio, bem como anaeróbio. Com o TI, a maioria das variáveis relacionadas à resistência melhorou em maior medida, em comparação com os protocolos de treinamento alternativos. Todavia, com base no tamanho de efeito, não mostrou clara superioridade. Do mesmo modo que Faude et al. (2013) salientaram, os autores desta revisão sugerem que os jovens atletas podem se beneficiar do TI por requerer menos tempo por sessão de treinamento, de modo que

deixem mais tempo para treinar habilidades específicas do esporte (ENGEL et al., 2018).

Recentemente os autores Cao, Quan e Zhuang (2019), realizaram uma metanálise para comparar os efeitos entre o TI e o treinamento de corrida contínua na aptidão cardiorrespiratória de crianças e adolescentes (6 a 17 anos). Após as análises, os autores concluíram que comparado ao treinamento de corrida contínua, o TI apresenta melhoras mais acentuadas na aptidão cardiorrespiratória entre crianças e adolescentes (diferença média padronizada= 0.51, 95% CI = 0.33–0.69, P < 0,01).

O estudo de Beyer et al. (2020) avaliou as diferenças nas adaptações aeróbias e anaeróbias relacionadas à maturidade do SIT em atletas jovens. 27 atletas masculinos foram classificados em grupos com base no PHV: pré-puberdade ( $-2,21 \pm 0,47$  anos), peri-puberdade ( $0,25 \pm 0,88$  anos) e pós-puberdade ( $2,81 \pm 0,50$  anos). Todos completaram um programa de SIT de 4 semanas. A *performance* aeróbica máxima aumentou, mas a VO<sub>2</sub>pico só aumentou no grupo pós-puberdade. As adaptações anaeróbicas foram observadas apenas nos grupos peri-puberdade e pós-puberdade. As adaptações ao SIT parecem ser influenciadas pelo estado de maturidade somática.

Iaia et al. (2017) comparam os efeitos de dois programas de RST com diferenças na duração dos intervalos de descanso entre *sprints* nas *performances* relacionadas ao futebol. Durante 5 semanas, 29 jogadores de futebol substituíram duas sessões de condicionamento físico por RST com intervalos de descanso curtos ou longos ou serviram como controle. O RST consistia em 1 a 3 séries de 6 repetições de *sprints* de 30 metros com intercalações de descanso 15 ou 30 segundos. A distância percorrida no teste Yo-Yo Intermittent Recovery aumentou após o descanso curto, enquanto o tempo total no teste de capacidade de *sprint* repetido melhorou mais após o descanso longo. Não houve mudanças no grupo controle. Os autores concluíram que o RST, durante 5 semanas, é uma forma eficiente de desenvolver diferentes componentes da condição física relevantes para o desempenho do jogo, com benefícios diferentes para intervalos de descanso curtos e longos.

Quadro: 1 – Quadro esquemático da revisão de literatura sobre TI.

Estudo	Faixa Etária	Tipo de Treinamento	Duração	Frequência	Período	Resultados
Baquet et al. (2002 e 2004)	9.7 anos	TI curto: I: 110% MAS S: 2 x (5 x 20s/20s)/3min ou 4 x (10 x 10s/10s)/3min	7 semanas	2x semana	Ambiente Escolar	↑ VO <sub>2</sub> pico (Δ 3.6%) ↑ 20m 30huttle-run (Δ 5.4%)
Baquet et al. (2010)	9.7 anos	TI curto: I: 110% MAS S: 4-5 x (5x10-30s/10-30s)/3-5min ou 4-5 x (10x10-15s/10-15s)/3min	7 semanas	3x semana	Ambiente Escolar	↑ VO <sub>2</sub> pico (Δ 4.8%) ↑ MAS (Δ 7.1%)
Beyer et al. (2020)	11.6 anos	SIT: I: All-out S: 4-7 x 20s/4min	4 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↔ VO <sub>2</sub> pico (Δ 0.0%)
Rey et al. (2019)	12.3 anos	RST: I: All-out S: 2-6x (4-6x15-30m/20s)	6 semanas	1x semana 2x semana	Temporada Competitiva	↑ RSA (Δ -1.8% - -2.8%)
Sperlich et al. (2011)	13.5 anos	TI longo: I: 90% F <sub>cmax</sub> S: 4~8x 1~4min/1~3min	5 semanas	2/3x semana	Temporada Competitiva	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 6.9%)
Chtara et al. (2017)	13.6 anos	RST: I: All-out S: 2-4x (5-6x20-30m/20s)/4min	6 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ RSA (Δ -1.8)
Harrison et al. (2015)	13.9 anos	JCR: S: 2x 8-11min/3min	6 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ 30-15IFT (Δ 5.5%) ↔ VO <sub>2</sub> max (Δ 2.1%)
Arslan, Orer, Clemente (2020)	14.2 anos	JCR: S: 2x (2x 2~4min)/2 min TI curto: I: 90% V <sub>IFT</sub> S: 2x 6~10min (15s-15s)	5 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ YYIRTL-1 (Δ 12.8% - 16.4%) ↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 3.3% - 4.3%) ↑ RSA (Δ - 8.6)
Beyer et al. (2020)	14.3 anos	SIT: I: All-out S: 4-7 x 20s/4min	4 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↔ VO <sub>2</sub> pico (Δ 0.0%)
Buchheit et al. (2010)	14.5 anos	RST: I: All-out S: 2-3x (5-6x15-20m/14s-20s)	10 semanas	1x semana	Temporada Competitiva	↑ RSA (Δ -2.7%)

Hill-haas et al. (2009)	14.6 anos	JCR: S: 2-6x 6-13min	7 semanas	2x semana	Pré-temporada	↑ YYIRT ( $\Delta$ 17.1%) ↔ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ -0.7) ↔ RSA ( $\Delta$ -0.2%)
Sanchez-Sanchez et al. (2019) <sup>‡</sup>	14.9 anos	RST: I: All-out S: 3x (10x18m/20s)/4min	8 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↔ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 0.8 – 1.3%) ↔ YYIRT ( $\Delta$ G1 2.0% - G2 8.1%)
Radzimniski et al. (2013)	15.1 anos	JCR: I: >90% Fcmax S: 5x 4min/3min TI longo: I: 90-95% Fcmax S: 4x 4min/3min	8 semanas	2/3x semana	Pré-temporada	↑ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 8.0%) ↔ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ -1.6%)
Los Arcos et al. (2015)	15.5 anos	JCR: S: 3x 4min/3min TI longo: I: 90~95% Fcmax S: 3x 4min/3min	6 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↔ MAS ( $\Delta$ -0,4% - 1,7%)
Safania et al. (2011)	15.7 anos	JCR: S: 4 x 4min/3min TI longo: I: 70-95 Fcmax S: 4 x 4min/3min	6 semanas	3x semana	Pré-temporada	↑ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 25.4%) ↑ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 27.9%)
Jastrzebski et al. (2014)	15.8 anos	JCR: S: 7x3min/3min TI curto: I: 85~90% Fcmax S: 7x3min(15s/15s)/3min	8 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 8.6%) ↔ VO <sub>2</sub> max ( $\Delta$ 2.2%)
Faude et al. (2013)	15.9 anos	TI curto: I: 125-140% IAT S: 2 x (12-15 x 15-30s/15~30s)/10min	11 semanas	2/3x semana	Pré-temporada	↔ PCI ( $\Delta$ 1.5%)
Tønnessen et al. (2011)	16.4 anos	RST: I: 95-100% VM S: 2-5x (4-5x40m/20s)/4min	10 semanas	1x semana	Pré-temporada	↔ PCI ( $\Delta$ 5%)
Faude et al. (2014)	16.5 anos	TI curto: I: 140% IAT S: 2x (12~15x15s/15s)/10 min	4 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↔ PCI ( $\Delta$ -2.8%)

Nascimento et al. (2015)	16.7 anos	RST: I: All-out S: 3x 6 (40m/20s)/4min	4 semanas	2x semana	Temporada Competitiva Futsal	↔ PV <sub>T-CAR</sub> (Δ 3.8%)
Eniseler et al. (2017)	16.9 anos	RST: I: All-out S: 3 x (6x40m/20s)/4min	6 semanas	2x semana	Pré-temporada	↔ YYIRT (Δ 7.5%) ↔ RSA (Δ 0.0)
laia et al. (2017)	17.0 anos	RST: I: All-out S: 1-3x (6x30m/15s)/2min S: 1-3x (6x30m/30s)/2min	5 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ YYIRT (Δ 11.1%) ↔ YYIRT (Δ 5.5%) ↑ RSA (Δ -2.6% - -3.5%)
Beyer et al. (2020)	17.1 anos	SIT: I: All-out S: 4-7 x 20s/4min	4 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ VO <sub>2</sub> pico (Δ 0.2%)
Impellizzeri et al. (2006)	17.2 anos	JCR: I: 91.3% F <sub>cmax</sub> S: 4x 4min/3min	12 semanas	2x semana	Pré-temporada	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 7.1%)
Marzouki et al. (2021)	17.2 anos	SIT: I: All-out S: 9~30x 5-40m (SL ou SMD)/~2min	10 semanas	1x semana vs 2x semana	Temporada Competitiva	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 8.2% - 10.8%)
Bravo et al. (2008)	17.3 anos	RST: I: all-out S: 3x 6(40m/20s)/4min TI longo: I: 90~95% F <sub>cmax</sub> S: 4 x 4 min/3min	7 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ ~6%) ↑ YYIRT-1 (Δ 28.1% - 12.5%)
Impellizzeri et al. (2008)	17.8 anos	TI longo: I: 90-95% F <sub>cmax</sub> S: 4x 4min/3min	4 semanas	2-3x semana	Pré-temporada	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 4.1%) ↑ YYIRT (Δ 11.1%)
Fernandes da Silva et al. (2015)	17.9 anos	TI curto: I: 100% do PV <sub>T-CAR</sub> S: 4x 4 min/3min	5 semanas	2x semana	Pré-temporada	↑ vVO <sub>2</sub> max (Δ 5.5%) ↑ PV <sub>T-CAR</sub> (Δ 7.7%)
Helgerud et al. (2001)	18.1 anos	TI longo: I: 90-95% F <sub>cmax</sub> S: 4x 4min/3min	8 semanas	2x semana	Pré-temporada	↑ VO <sub>2</sub> max (Δ 10.7%)

laia et al. (2015)	18.5 anos	SIT: I: All-out S: 6-8x 20s/120s S: 6-8x 20s/40s	3 semanas	3x semana	Temporada Competitiva	↔ YYIRT ( $\Delta$ 10.0% - 3.7%) ↑ RSA ( $\Delta$ -2.5% - 2.2%)
Dupont, Akakpo, Berthoin (2004)	20.2 anos	RST: I: máxima S: 12~15x 40m/30s ou TI curto: I: 120% MAS S: 12~15x 15s/15s	10 semanas	2x semana	Temporada Competitiva	↑ MAS ( $\Delta$ 8.1%)
Beato et al. (2019)	21.0 anos	RST: I: All-out S: 3 x (7x30m/20s)/4min S: 3 x (7x20+20m/20s)/4min	2 semanas	3x semana	Pré-temporada	↑ YYIRT ( $\Delta$ 11.0% - 7.4%) ↔ RSA ( $\Delta$ -0.8% - -0.3%)
Dellal et al. (2012)	26.0 anos	JCR: S: 5x 90-150s/90-120s TI curto: I: 95-100% $V_{IFT}$ S: 2x (7-10x10-30s/10-30s)/5-6min	6 semanas	1-2x semana	Temporada Competitiva	↔ 30-15IFT ( $\Delta$ 6.7%)

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

No que se refere à natureza, a presente pesquisa pode ser classificada como aplicada, visto que objetiva gerar conhecimentos de aplicação prática. Quanto à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa, visto que considera que os dados serão quantificados, classificados e analisados. Do ponto de vista de seus objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva, conforme Ferrari et al. (2011), sendo que esta investigação pode ser caracterizada como um estudo de intervenção longitudinal com grupos de treinamento paralelo e avaliações pré e pós-treinamento.

#### 3.2 LOCAL DO ESTUDO

Todas as avaliações físicas e as sessões de treinamento intervalado, baseado no T-CAR para os atletas da categoria Sub-15 e Sub-17, foram realizadas em campos de gramado natural. Para o treinamento das categorias mais jovens (Sub-12 e Sub-14) e realização do teste 5'-5', foi usado um campo de gramado sintético localizado em outro bairro na mesma cidade do clube. Já as avaliações de desempenho aeróbio (T-CAR) e da capacidade de *sprints* repetidos (*RSA*) foram realizadas nos campos de gramado natural próximo ao local do estudo. As avaliações da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) em repouso foram realizadas em um salão amplo, com mesas e cadeiras dispostas para uso dos atletas.

#### 3.3 PARTICIPANTES DO ESTUDO

Os participantes do presente estudo foram selecionados de forma intencional não probabilística, ou seja, por conveniência. Os seguintes critérios de inclusão foram adotados: (i) adolescentes do sexo masculino praticantes de futebol regularmente matriculados no clube; (ii) idade cronológica entre 10 e 17 anos; (iii) ausência de sinais



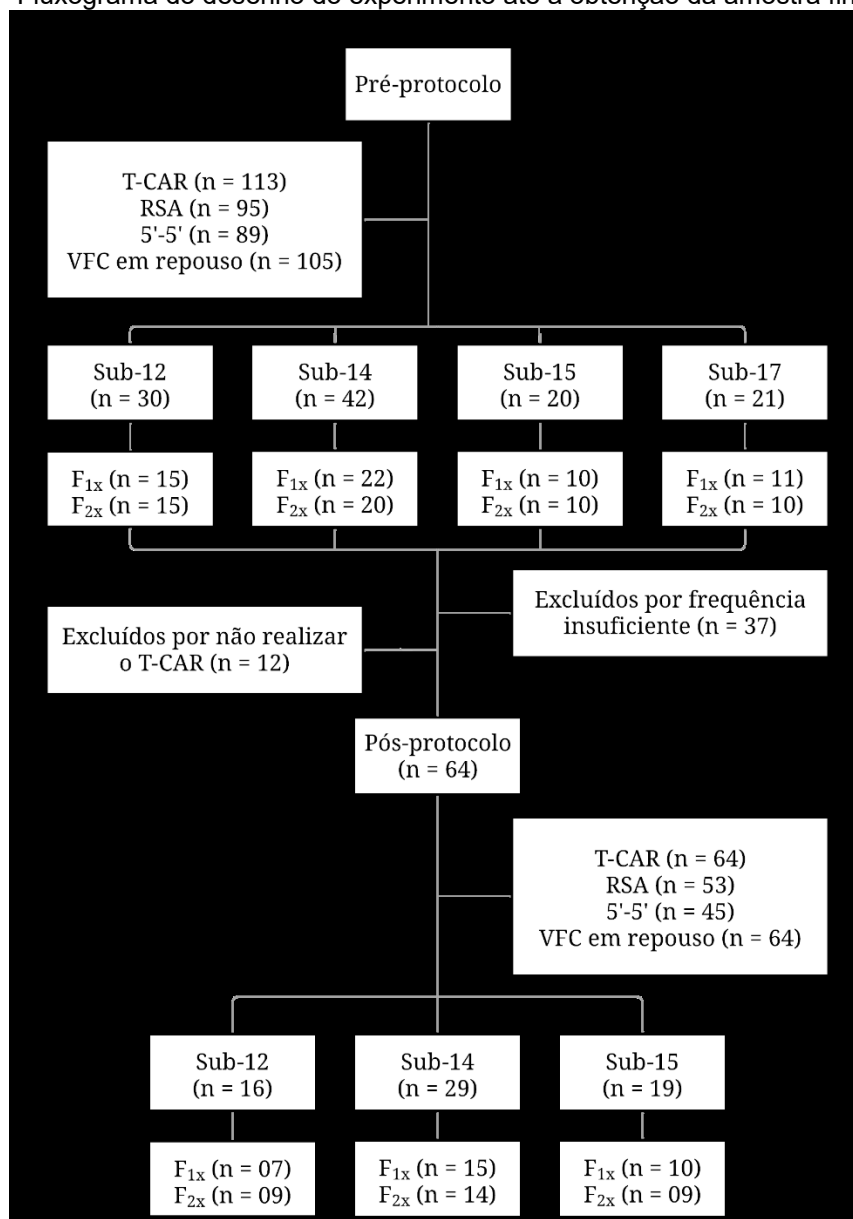
clínicos de doenças cardiopulmonar e cardiovascular, os quais poderiam limitar a realização de esforços máximos durante os testes de avaliação física; (iv) ter participado do teste T-CAR no período que antecedia o início dos treinamentos. Os seguintes critérios de exclusão foram adotados: (i) não ter participado de no mínimo 70% das sessões de treinamento ao longo do estudo; e (ii) não ter o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) assinado. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) sob Parecer: 2.572.259. Os atletas e responsáveis foram esclarecidos sobre os objetivos e metodologia da pesquisa para posteriormente ser apresentado o TCLE.

Assim, após acordado com o coordenador técnico da instituição, participaram deste trabalho 113 atletas de base de um clube da região da Grande Florianópolis. As categorias Sub-13 ( $n = 20$ ) e Sub-14 ( $n = 22$ ) treinavam uma após a outra, entretanto, tinham o mesmo treinador e planejamento de treino. Assim, após às exclusões que serão citadas a seguir, optou-se por unir as categorias em somente Sub-14. Com isso, formaram-se quatro categorias distintas: sub-12 ( $n = 30$ ), sub-14 ( $n = 42$ ), sub-15 ( $n=20$ ) e sub-17 ( $n=21$ ). Dentro de cada categoria etária, os participantes do estudo foram aleatoriamente designados em dois grupos com diferentes frequências de treinamento intervalado: uma vez por semana ( $F_{1x}$ ) e duas vezes por semana ( $F_{2x}$ ). A randomização foi realizada pelo *site random.org* usando o pico de velocidade do T-CAR ( $PV_{T-CAR}$ ) como referência. Dessa forma, os atletas foram ranqueados do maior para o menor valor de desempenho no T-CAR e, a partir disso, separados em duas metades (superior e inferior). Diante dessa separação, os atletas foram aleatoriamente designados para os grupos  $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ .

As categorias Sub-12 e Sub-14 realizavam entre 4 a 5 sessões por semana, enquanto as categorias Sub-15 e Sub-17 treinavam entre 5 a 6 vezes por semana. Todos os jogadores estavam regularmente envolvidos em competições estaduais e nacionais. Ao final do treinamento, 37 atletas foram excluídos da amostra por frequência insuficiente, incluindo toda a categoria Sub-17. Outros 12 atletas foram excluídos por não conseguirem participar do teste T-CAR ou não tiveram seu dado validado no momento pós treinamento por diversos motivos, dentre eles: faltou ( $n = 6$ ), lesão ( $n = 2$ ) e erro no frequencímetro ( $n = 4$ ). Além disso, as avaliações ocorreram em dias distintos, sendo assim, alguns atletas não realizaram todas as avaliações havendo uma diferença de sujeitos em cada variável obtida nos testes. Para o teste

RSA e 5'-5' (realizados no mesmo dia) os motivos foram: faltou (n = 10), lesão (n = 1), erro no frequencímetro (n = 8). Algumas justificadas foram dadas pelos atletas por faltarem, como: treinavam em mais de uma modalidade, moravam longe, clima no dia e as demais não foram justificadas. A figura 1 mostra um fluxograma do desenho experimental até a obtenção da amostra final para cada teste realizado, grupo etário e de frequência de treinamento.

Figura 1 - Fluxograma do desenho do experimento até a obtenção da amostra final (n = 64).



Fonte: próprio autor.

### 3.4 DESENHO DO ESTUDO

As avaliações físicas de *baseline* (pré) foram realizadas uma semana antes do início do treinamento e após uma semana ao término do treinamento (pós), a qual serviu como uma estratégia de *tapering* (MARRIER et al., 2017). As avaliações físicas foram compostas pelos seguintes testes: T-CAR, teste de corrida submáxima 5'-5', RSA e análise da VFC de repouso. A pesquisa foi conduzida durante o período competitivo, o que dificultou a condução sequencial para a categoria Sub-17, que por sua vez, ao final do primeiro semestre do ano, tinha treinado apenas cinco das oito semanas previstas no protocolo. Posto isto, optou-se por retirar essa categoria das análises estatísticas. Cabe ressaltar que, devido ao calendário encurtado das categorias menores (Sub-12 e Sub-14), houve uma redução de uma semana de treinamento, especificamente a semana 7 foi retirada. A figura 2 apresenta um esquema mostrando a sequência temporal das semanas de treinamento em cada grupo etário.

Figura 2 - Esquema mostrando a sequência temporal das semanas de treinamento em cada grupo etário.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Sub-12	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 115% PV <sub>T-CAR</sub> 1x8'	Tapering	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso
Sub-14	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 115% PV <sub>T-CAR</sub> 1x8'	Tapering	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso
Sub-15	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 115% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 115% PV <sub>T-CAR</sub> 1x8'	Tapering	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso	
Sub-17	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 100% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Jogo Oficial	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 105% PV <sub>T-CAR</sub> 2x8'/4'	Treino F <sub>1x</sub> e F <sub>2x</sub> 110% PV <sub>T-CAR</sub> 2x6'/3'	Tapering	T-CAR RSA 5'-5' VFC Repouso

Fonte: próprio autor.

### 3.4.1 Intervenção do treinamento

O estudo foi implementado durante a fase inicial da temporada da equipe (período competitivo), e contou com as sessões habituais de treinamento de futebol planejadas pela equipe técnica. O protocolo foi prescrito com base no  $PV_{T-CAR}$  obtido no teste T-CAR e aconteceu em diferentes dias, de acordo com cada categoria. As sessões de treinamento das categorias Sub-15 e Sub-17 aconteceram na segunda-feira e quarta-feira pela manhã. Para as categorias sub-12 e sub-14, as sessões de treinamento aconteceram na terça-feira e quinta-feira no período vespertino.

Para os dias que o grupo  $F_{2x}$  estava realizando o treinamento descrito nesse protocolo, foi recomendado aos preparadores físicos e treinadores que fizessem apenas atividade leves com os atletas até o fim da sessão de TI. Assim, as atividades propostas pelos treinadores permearam em atividades de coordenação, habilidades técnicas e táticas de jogo. A sessão de treinamento para as categorias mais velhas (Sub-15 e Sub-17) tinha duração aproximada de 2 horas, enquanto para as menores (Sub-12, Sub-14) apenas 1 hora.

Em relação ao protocolo de treinamento, foi conduzido uma ou duas sessões semanais contendo uma progressão de intensidade a cada duas semanas e a variação no volume a cada semana. Quando alguma categoria apresentava uma partida durante a semana de treinamento, a intervenção era interrompida e seguia na semana seguinte. Para melhor visualizar o programa de treinamento, um esquema temporal foi montado e apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Protocolo de treinamento baseado no  $PV_{T-CAR}$ .

Protocolo de treinamento							
Semanas	Nº Séries	Duração Série	Repetições	Duração do Esforço / Pausa	Recuperação entre Séries	Volume da Sessão	Intensidade
Semana 1	2	6'	15	6" + 6" / 12"	3'	15'	100% $PV_{T-CAR}$
Semana 2	2	8'	20	6" + 6" / 12"	4'	20'	100% $PV_{T-CAR}$
Semana 3	2	6'	15	6" + 6" / 12"	3'	15'	105% $PV_{T-CAR}$
Semana 4	2	8'	20	6" + 6" / 12"	4'	20'	105% $PV_{T-CAR}$
Semana 5	2	6'	30	6" / 6"	3'	15'	110% $PV_{T-CAR}$
Semana 6	2	8'	40	6" / 6"	4'	20'	110% $PV_{T-CAR}$
Semana 7	2	6'	30	6" / 6"	3'	15'	115% $PV_{T-CAR}$
Semana 8	1	8'	20	6" / 6"	----	8'	115% $PV_{T-CAR}$

Fonte: próprio autor.

Nota:  $PV_{T-CAR}$  = Pico de Velocidade do Teste de Carminatti.

A intensidade iniciou a 100% do  $PV_{T-CAR}$  com os atletas realizando 12 segundos de esforço para 12 segundos de descanso, tendo uma mudança de direção com seis segundos de corrida. A partir da quinta semana, a mudança de direção foi retirada e os atletas passaram a fazer seis segundos de esforço para seis segundos de descanso, sendo que o treinamento foi finalizado na oitava semana a 115%. Ainda durante a última semana do protocolo, houve uma redução no volume para apenas uma série com o objetivo de refinar o treinamento.

### 3.5 PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

#### 3.5.1 Desempenho físico e medidas fisiológicas

##### 3.5.1.1 *Teste incremental intermitente máximo (Teste de Carminatti - T-CAR)*

O T-CAR é um teste de campo incremental e intermitente no sistema vai-e-vem, que permite aos jogadores realizarem 5 repetições por estágio de corrida de 12 segundos (6 s ida + 6 s volta) (CARMINATTI et al., 2004). A velocidade inicial de corrida do T-CAR foi de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , com aumentos sucessivos de 1 metro, representando aumento da velocidade em  $0,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Para que os atletas mantenham a velocidade requerida para cada estágio, foi utilizado um sistema de áudio com sinais sonoros a cada 6 s. O teste foi conduzido até a exaustão voluntária e/ou quando os jogadores não conseguiam acompanhar o sinal sonoro para chegada na linha de referência de retorno em duas repetições consecutivas no tempo requerido. Os participantes foram encorajados verbalmente a exercer um esforço máximo durante o teste (FERNANDES DA SILVA et al., 2011). Durante o teste T-CAR, os atletas utilizaram o sistema de posicionamento global (GPS) (*WIMU PRO, RealTrack Systems, Almeria, Spain*) e frequencímetro (*Garmin®, HRM-Dual™ - Olathe, Kansas, United States*) para registro das métricas de carga externa, frequência cardíaca (FC) submáxima e FC máxima (FCmax) (MOLINA-CARMONA et al., 2018).

Imediatamente após o encerramento do teste, os atletas foram orientados a sentar em cadeiras durante cinco minutos para avaliar a recuperação da frequência cardíaca (FC) e VFC. As seguintes medidas foram determinadas para análise subsequente: a velocidade final alcançada pelo atleta ao final do teste denominada

como pico de velocidade ( $PV_{T-CAR}$ ), FC absoluta e relativa à  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $FC_{9\text{km/h}_{T-CAR}}$  e  $\%FC_{\text{max}_{9\text{km/h}_{T-CAR}}}$ ) e  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  ( $FC_{12\text{km/h}_{T-CAR}}$  e  $\%FC_{\text{max}_{12\text{km/h}_{T-CAR}}}$ ), FC de recuperação após 30s ( $HRR_{30s_{T-CAR}}$ ) e 60s ( $HRR_{60s_{T-CAR}}$ ) e a raiz quadrada média do quadrado das diferenças entre intervalos de batimentos cardíacos consecutivos normais adjacentes (intervalos R-R) expressa em logaritmo natural ( $\text{Ln}_{rMSSD}_{3\text{min}_{T-CAR}}$ ). A  $FC_{\text{max}}$  foi considerada como o maior valor de FC obtido durante o teste T-CAR. A  $FC_{9\text{km/h}_{T-CAR}}$  e a  $FC_{12\text{km/h}_{T-CAR}}$  foram consideradas como a média dos valores de FC dos últimos 30 s nos estágios correspondentes a velocidade de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  e  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , respectivamente. Esses valores de  $\%FC_{9\text{km/h}_{T-CAR}}$  e  $\%FC_{12\text{km/h}_{T-CAR}}$  também foram expressos em percentuais relativos a  $FC_{\text{max}}$ . A  $HRR_{30s_{T-CAR}}$  e  $HRR_{60s_{T-CAR}}$  foram consideradas como a diferença absoluta entre a  $FC_{\text{max}}$  e a média da FC dos cinco segundos entre os períodos de tempos 25 s e 30 s / 55 s e 60 s após o teste T-CAR, respectivamente (BUCHHEIT et al., 2007). O  $\text{Ln}_{rMSSD}_{3\text{min}_{T-CAR}}$  foi considerada como a média dos últimos três minutos de recuperação após o teste T-CAR (DE FREITAS et al., 2015 IJSP; BUCHHEIT et al., 2012, EJAP).

### 3.5.1.2 Teste de capacidade de sprints repetidos (RSA)

Os participantes realizaram 6 *sprints* máximas de 40m (20 + 20m, o que implica em mudanças de direção de  $180^\circ$ ), separados por 20s de recuperação passiva (RAMPININI et al., 2007). Os participantes foram orientados a se posicionar e aguardar o sinal de partida cinco segundos anteriormente a cada *sprint*. Durante todo o teste houve encorajamento verbal por parte dos avaliadores. Assim, o tempo de cada *sprint* foi registrado por meio do sistema de fotocélulas (*Microgate, Bolzano, Itália*). Neste teste foram mensuradas as seguintes variáveis:

- a) Melhor Tempo ( $RSA_{\text{melhor}}$ ): o melhor tempo obtido nos 6 *sprints*
- b) Tempo Médio ( $RSA_{\text{médio}}$ ): a média de tempo dos 6 *sprints*

### 3.5.1.3 Avaliação da VFC em repouso

A avaliação da VFC em repouso aconteceu durante todo o período do estudo e consistia no registro do intervalo R-R a partir do protocolo *ultra-short term* com a utilização do frequencímetro da marca (*Garmin®*, *HRM-Dual™ - Olathe, Kansas*,

*United States*) e do GPS (*WIMU PRO, RealTrack Systems, Almeria, Spain*) para a captura dos dados (PINO-ORTEGA et al., 2021). A coleta de dados para todos os atletas ocorreu em dois períodos. Sendo pela manhã entre 8h e 9h, o mais próximo possível do despertar, para as categorias sub-15 e sub-17. Já para as demais categorias a coleta foi realizada no período da tarde, imediatamente antes ao horário de treinamento da categoria, sendo entre 13h e 14h para o Sub-12 e entre 14h e 15h para o Sub-14.

O protocolo *ultra-short term* consiste no monitoramento de dois minutos do intervalo R-R, sendo o primeiro minuto considerado como um período de estabilização do sinal para posterior descarte e o segundo minuto usado como a janela de tempo oficial para posterior análise. Os atletas deveriam permanecer sentados em um ambiente silencioso, calmo e tranquilo, com os braços sobre as coxas e sem realizar movimentos corporais bruscos (HOLMES et al., 2020).

A partir do protocolo de VFC *ultra-short term*, o valor de rMSSD de repouso foi calculado como a média durante o segundo minuto de registro do sinal após o descarte do primeiro minuto (período de estabilização do sinal). O valor de rMSSD em repouso foi expresso em logaritmo natural ( $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$ ). Para a categoria sub-15, o valor de  $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$ , no período pré e pós treinamento, foi obtido a partir do valor médio de quatro dias de avaliações dentro da mesma semana. Enquanto nas demais categorias (Sub-12 e Sub-14) o valor médio de  $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$  foi determinado a partir de dois dias de avaliação dentro da mesma semana, devido ao menor número de sessões de treinamento semanal destas categorias mais jovens.

#### 3.5.1.4 Teste 5'-5'

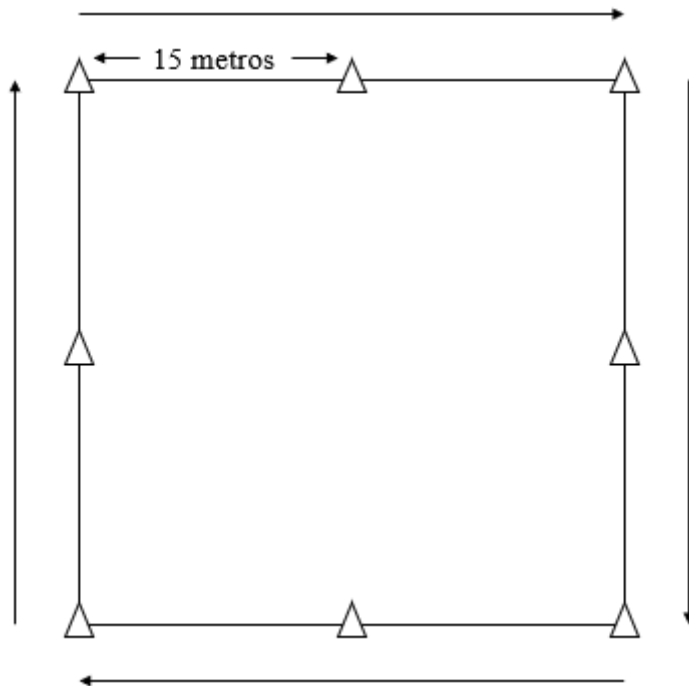
O teste 5'-5' consistiu na realização de uma corrida submáxima na velocidade média de  $9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  durante cinco minutos de teste (BUCHHEIT et al. 2010). Para que os atletas mantivessem a velocidade requerida, foi utilizado um sistema de áudio com sinais sonoros a cada 6 s, sendo que entre cada sinal os atletas deveriam passar por cones demarcados a uma distância de 15 metros entre si. A disposição dos cones no gramado ficou em formato de quadrado, sendo o teste realizado por até oito atletas por vez saindo de cada cone posicionado (Figura 3). Todos os jogadores fizeram uso de monitores de FC e ao final do teste, foram orientados a parar em até 3 segundos e imediatamente se sentar em cadeiras por 5 min, de modo que evitassem qualquer



movimento excessivo. As variáveis analisadas a partir deste teste foram (DE FREITAS et al., 2015; BUCHHEIT et al., 2007; BUCHHEIT et al., 2012):

- A  $FC_{5'-5'}_{absoluta}$  definida como a média da FC nos últimos 30 s do teste;
- O  $\% FC_{max\_5'-5'}$  definida como a média da FC nos últimos 30 s do teste, expressa em porcentagem da  $FC_{max}$  obtida durante o teste T-CAR;
- A  $HRR_{30\_5'-5'}$  foi considerada como a diferença absoluta entre a  $FC_{5'-5'}_{absoluta}$  e a média da FC dos cinco segundos entre 25 e 30 s após o teste 5'-5';
- A  $HRR_{60\_5'-5'}$  foi considerada como a diferença absoluta entre a  $FC_{5'-5'}_{absoluta}$  e a média da FC dos cinco segundos entre 55 e 60s após o teste 5'-5'.

Figura 3 - Ilustração do teste 5'-5'



Fonte: próprio autor.

### 3.5.1.5 Medida antropométricas

As medidas antropométricas (massa corporal e estatura) foram obtidas com o indivíduo descalço, na posição ereta, sendo utilizada uma balança eletrônica com estadiômetro da marca *Welmy*®, modelo W300 (São Paulo, Brasil).

## 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram digitados no *software* Excel, um programa para a entrada e documentação dos dados. Posteriormente, esses dados foram transportados para o *software* estatístico IBM SPSS® versão 22 para a realização das análises estatísticas. Os dados no texto e figuras estão apresentados como média, desvio padrão (DP) e 95% do intervalo de confiança (95% IC), sendo que cada variável foi examinada com o teste de normalidade de Shapiro-Wilk.

A fim de estabelecer o efeito principal do tempo, da frequência de treinamento e do grupo etário e seus respectivos termos de interação sobre as variáveis dependentes, a ANOVA *three-way* (grupo: sub-12, sub-14, sub-15) x 2 (tempo: pré, pós) x (frequência: F<sub>1x</sub> e F<sub>2x</sub>) será determinado para cada variável. Quando as interações apresentaram significância, o teste de post-hoc de Bonferroni foi utilizado. Para determinar a magnitude do efeito de treinamento, os tamanhos de efeito (ES) e os deltas de mudança ( $\Delta\%$ ) foram calculados quando necessário. Para todas as análises foi adotado um nível de significância de 5%.

## 4 RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os valores descritivos da estatura, massa corporal e idade cronológica em cada grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15). Dentro de cada grupo etário, os diferentes grupos de frequências de treinamento não diferiram em nenhuma das variáveis apresentadas na tabela 2 ( $p > 0.05$ ).

Tabela 2 - Tabela descritiva dos valores em média e desvio padrão para a Idade, Idade no PVE, *Maturity Offset*, Massa Corporal e estatura das três categorias (Sub-12, Sub-14, Sub-15) e respectivos grupos de frequência de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ).

	n		Idade (anos)	Idade no PVE (anos)	<i>Maturity Offset</i> (anos)	Massa Corporal (kg)	Estatura (cm)
Sub-12	7	$F_{1x}$	11.94 ± 0.4	13.46 ± 0.1	-1.52 ± 0.5	43.10 ± 5.8	150.04 ± 5.7
	9	$F_{2x}$	11.85 ± 0.6	13.57 ± 0.5	-1.72 ± 0.7	39.79 ± 8.1	146.66 ± 10.9
	16	Total	11.89 ± 0.5	13.52 ± 0.4	-1.63 ± 0.6	41.24 ± 7.1	148.14 ± 8.9
Sub-14	15	$F_{1x}$	13.53 ± 0.6	13.63 ± 0.3	-0.10 ± 0.7	50.91 ± 7.4	161.37 ± 8.9
	14	$F_{2x}$	13.58 ± 0.7	13.58 ± 0.5	-0.01 ± 0.8	48.96 ± 6.9	162.82 ± 9.9
	29	Total	13.55 ± 0.6	13.61 ± 0.4	-0.05 ± 0.7	49.97 ± 7.1	162.07 ± 9.3
Sub-15	10	$F_{1x}$	15.01 ± 0.6	13.85 ± 0.4	1.16 ± 0.6	60.23 ± 10.7	168.80 ± 8.4
	9	$F_{2x}$	14.67 ± 0.5	13.62 ± 0.4	1.05 ± 0.3	61.70 ± 7.2	170.89 ± 5.4
	19	Total	14.85 ± 0.4	13.74 ± 0.4	1.11 ± 0.5	60.93 ± 9.0	169.79 ± 7.0

Fonte: próprio autor.

### 4.1 MEDIDAS DO TESTE T-CAR E RSA

Houve um efeito de interação tempo\*grupo significativo para o  $PV_{T-CAR}$  ( $F=9.599$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.249$ ). O teste mostrou que o aumento no  $PV_{T-CAR}$  após o período de treinamento foi maior no Sub-12 ( $\Delta=10.1\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.71$  [95% IC: 1.35; 2.03]) e Sub-14 ( $\Delta=8.1\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.35$  [95% IC: 1.13; 1.58]) comparado ao Sub-15 ( $\Delta=4.1\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.23$  [95% IC: 0.98; 1.43]). O teste também mostrou que a diferença entre o Sub-12 e Sub-15 para o  $PV_{T-CAR}$  diminuiu do período pré ( $\Delta=-13.1\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=2.09$  [95% IC: 1.22; 2.97]) para o período pós treinamento ( $\Delta=-6.9\%$ ,  $p=0.003$ ,  $ES=1.22$  [95% IC: 0.35; 2.13]). Ainda, a diferença entre o Sub-12 e o Sub-14 também diminuiu do período pré ( $\Delta=-10.5\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.61$  [95% IC: 0.84; 2.39]) para o período pós treinamento ( $\Delta=-8.5\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.22$  [95% IC: 0.70; 2.33]). Não foi identificado nenhum efeito principal da frequência e dos demais termos de interação ( $p>0.05$ ) (tabela 2).

Foi encontrado um efeito de interação tempo\*grupo significativo para o  $RSA_{\text{médio}}$  ( $F=4.959$ ,  $p=0.015$ ,  $\eta^2=0.164$ ). O teste *post-hoc* de Bonferroni mostrou uma tendência de melhora no tempo do  $RSA_{\text{médio}}$  no grupo Sub-14 ( $\Delta = -1.3\%$ ;  $p = 0.052$ ) e piora no tempo do  $RSA_{\text{médio}}$  no grupo Sub-15 ( $\Delta = +1.7\%$ ;  $p = 0.062$ ) após o período de treinamento, independente da frequência de treinamento. Não foi identificado nenhum efeito principal da frequência e dos demais termos de interação sobre o  $RSA_{\text{médio}}$ . Para o  $RSA_{\text{melhor}}$  foi encontrado um efeito significativo entre grupos etários ( $F=35.706$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.603$ ), com o Sub-12 apresentando um desempenho inferior no  $RSA_{\text{melhor}}$  comparado ao Sub-14 e Sub-15. Não foi observado nenhum efeito principal do tempo, da frequência e de todos os termos de interação para o  $RSA_{\text{melhor}}$  (tabela 3).

Tabela 3 - Comparação do  $PV_{T-CAR}$ ,  $RSA_{médio}$  e  $RSA_{melhor}$  entre o período pré e pós-treinamento dentro de cada frequência de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ) e grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15).

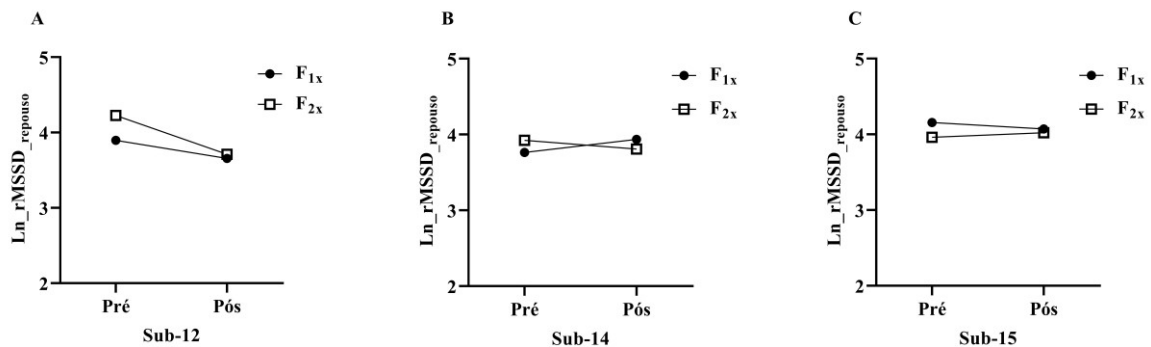
		Sub-12			Sub-14			Sub-15					
		n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	$\Delta$ (95%IC)	n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	$\Delta$ (95%IC)	n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	$\Delta$ (95%IC)
$PV_{T-CAR}$ ( $km \cdot h^{-1}$ )	$F_{1x}$	7	13.06 ± 0.47	14.50 ± 0.62	1.44 (1.04 a 1.84)	15	14.72 ± 0.90	15.96 ± 0.89	1.24 (0.96 a 1.51)	10	15.07 ± 0.76	15.76 ± 0.92	0.69 (0.35 a 1.03)
	$F_{2x}$	9	13.57 ± 1.01	14.81 ± 0.83	1.22 (0.89 a 1.60)	14	14.69 ± 0.90	15.83 ± 0.91	1.11 (0.85 a 1.42)	9	15.03 ± 0.94	15.58 ± 0.87	0.54 (0.19 a 0.90)
	Total	16	<b>13.34 ± 0.84</b>	<b>14.67 ± 0.74#</b>	<b>1.34 (1.08 a 1.61)*</b>	29	<b>14.71 ± 0.89</b>	<b>15.90 ± 0.89#</b>	<b>1.19 (0.99 a 1.39)*</b>	19	<b>15.05 ± 0.88</b>	<b>15.67 ± 0.87#</b>	<b>0.62 (0.37 a 0.86)*</b>
$RSA_{médio}$ (s)	$F_{1x}$	4	8.62 ± 0.45	8.48 ± 0.45	-0.14 (-0.41 a 0.12)	14	8.27 ± 0.44	8.17 ± 0.45	-0.10 (-0.24 a 0.04)	10	7.47 ± 0.19	7.57 ± 0.13	0.10 (-0.07 a 0.26)
	$F_{2x}$	7	8.50 ± 0.37	8.39 ± 0.20	-0.12 (-0.31 a 0.08)	11	8.24 ± 0.30	8.13 ± 0.29	-0.11 (-0.05 a 0.27)	7	7.50 ± 0.20	7.65 ± 0.13	0.15 (-0.05 a 0.35)
	Total	11	8.55 ± 0.38	8.42 ± 0.29	-0.13 (-0.29 a 0.03)	25	8.26 ± 0.38	8.15 ± 0.38	-0.10 (-0.21 a 0.01)	17	7.48 ± 0.19	7.60 ± 0.14	0.12 (0.00 a 0.25)
$RSA_{melhor}$ (s)	$F_{1x}$	4	8.38 ± 0.48	8.27 ± 0.47	-0.10 (-0.37 a 0.16)	14	7.97 ± 0.47	7.92 ± 0.46	0.05 (-0.19 a 0.09)	10	7.23 ± 0.20	7.26 ± 0.17	0.03 (-0.14 a 0.20)
	$F_{2x}$	7	8.25 ± 0.36	8.12 ± 0.20	-0.11 (-0.32 a 0.08)	11	7.92 ± 0.31	7.89 ± 0.31	0.03 (-0.19 a 0.13)	7	7.23 ± 0.19	7.34 ± 0.17	0.08 (-0.99 a 0.31)
	Total	11	8.29 ± 0.39	8.18 ± 0.31	-0.11 (-0.28 a 0.06)	25	7.95 ± 0.40	7.91 ± 0.39	0.04 (-0.15 a 0.06)	17	7.23 ± 0.19	7.29 ± 0.17	-0.07 (-0.06 a 0.20)

Nota: números em negrito demonstram diferença estatística. \* indica diferença em relação ao  $\Delta$  do grupo Sub-15; # diferença em relação ao momento pré;  $PV_{T-CAR}$ : pico de velocidade no teste de Carminatti; RSA: capacidade de *sprints* repetidos.

## 4.2 MEDIDA DA VFC EM REPOUSO

Após a análise, não foi observado nenhum efeito do tempo, da frequência, do grupo e de todos os termos de interação para o  $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$ . No entanto, destaca-se que houve uma tendência de interação tempo\*grupo para o  $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$  ( $F=2.651$ ,  $p=0.079$ ,  $\eta^2=0.084$ ), com o grupo Sub-12 mostrando uma redução do  $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$  após o período de treinamento, enquanto para os demais grupos essa medida permaneceu estável (figura 4).

Figura 4 - Valores médios para VFC em repouso ( $\text{Ln\_rMSSD}_{\text{repouso}}$ ) em cada categoria etária (Sub-12 [A], Sub-14 [B] e Sub-15 [C]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).  $F_{1x}$  = Frequência de treinamento 1 vez por semana;  $F_{2x}$  = Frequência de treinamento 2 vezes por semana.



Fonte: próprio autor.

## 4.3 MEDIDAS SUBMÁXIMAS DE FC DURANTE OS TESTES T-CAR E 5'-5'

Houve um efeito de interação tempo\*grupo significativo para a  $\text{FC}_{9\text{km/h\_T-CAR}}$  ( $F=3.445$ ,  $p=0.039$ ,  $\eta^2=0.106$ ) e para o  $\% \text{FC}_{\text{max\_}9\text{km/h\_T-CAR}}$  ( $F=5.172$ ,  $p=0.009$ ,  $\eta^2=0.151$ ). O teste *post-hoc* de Bonferroni mostrou que houve uma diminuição significativa nos valores de  $\text{FC}_{9\text{km/h\_T-CAR}}$  e  $\% \text{FC}_{9\text{km/h\_T-CAR}}$  após o treinamento nos grupos Sub-12 ( $\Delta=-5.8\%$ ,  $p<0.001$ ,  $\text{ES}=0.94$  [95% IC: 0.57; 1.31];  $\Delta=-5.9\%$ ,  $p<0.001$ ,  $\text{ES}=1.15$  [95% IC: 0.66; 1.57], respectivamente) e Sub-14 ( $\Delta=-4.3\%$ ,  $p<0.001$ ,  $\text{ES}=0.58$  [95% IC: 0.35; 0.83];  $\Delta=-4.0\%$ ,  $p<0.001$ ,  $\text{ES}=0.59$  [95% IC: 0.32; 0.89], respectivamente), enquanto nenhuma mudança significativa foi observada no grupo Sub-15. Não foi observado nenhum efeito principal da frequência e dos demais termos de interação para a  $\text{FC}_{9\text{km/h\_T-CAR}}$  e o  $\% \text{FC}_{\text{max\_}9\text{km/h\_T-CAR}}$  (tabela 3).

Foi observado um efeito de interação tempo\*frequência significativo para a  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$  ( $F=4.081$ ,  $p=0.048$ ,  $\eta^2= 0.066$ ). Os grupos  $F_{1x}$  e  $F_{2x}$  apresentaram reduções significativas nos valores de  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$  após a intervenção de treinamento, com o grupo  $F_{2x}$  ( $\Delta=-7.2\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.02$  [95% IC: 0.79; 1.19]) alcançando maiores reduções em relação ao grupo  $F_{1x}$  ( $\Delta=-5.1\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=0.80$  [95% IC: 0.57; 1.04]), independente do grupo etário. Não foi observado nenhum efeito principal de frequência e dos demais termos de interação para a  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$ . Quando a  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$  foi apresentada de forma relativa (*i.e.*,  $\%FC_{\text{max\_}12\text{km/h\_T-CAR}}$ ) foi observado apenas um efeito principal significativo do tempo ( $F=96.119$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.624$ ), mostrando que o  $\%FC_{\text{max\_}12\text{km/h\_T-CAR}}$  reduziu após o período de intervenção ( $\Delta=-5.4\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.03$  [95% IC: 0.81; 1.23]), independente do grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15) e da frequência de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ) (tabela 3).

Foi identificado um efeito de interação tempo\*grupo significativo para a  $FC_{5'+5'_{\text{absoluta}}}$  ( $F=9.501$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2= 0.328$ ) e  $\%FC_{\text{max\_}5'+5'}$  ( $F=6.822$ ,  $p=0.003$ ,  $\eta^2= 0.259$ ). O teste *post-hoc* de Bonferroni mostrou que houve uma diminuição significativa nos valores de  $FC_{5'+5'_{\text{absoluta}}}$  e  $\%FC_{\text{max\_}5'+5'}$  após o período de intervenção nos grupos Sub-12 ( $\Delta=-10.0\%$ ,  $p=0.003$ ,  $ES=1.72$  [95% IC: 0.61; 2.86];  $\Delta=-8.8\%$ ,  $p=0.017$ ,  $ES=2.13$  [95% IC: 0.40; 3.90], respectivamente) e Sub-14 ( $\Delta=-10.0\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.21$  [95% IC: 0.74; 1.68];  $\Delta=-8.7\%$ ,  $p<0.001$ ,  $ES=1.09$  [95% IC: 0.562; 1.62], respectivamente), enquanto nenhuma mudança significativa foi observada no grupo Sub-15. Não foi observado nenhum efeito principal da frequência e dos demais termos de interação para a  $FC_{5'+5'_{\text{absoluta}}}$  e o  $\%FC_{\text{max\_}5'+5'}$  (tabela 4).

Tabela 4 - Comparação dos valores de FC submáxima (valores absolutos e relativos) determinadas durante o teste T-CAR e o teste 5'-5' entre o período pré e pós-treinamento dentro de cada frequência de treinamento (F<sub>1x</sub> e F<sub>2x</sub>) e grupo etário (Sub-12, Sub-14 e Sub-15).

		Sub-12				Sub-14				Sub-15			
		n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	Δ (95%IC)	n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	Δ (95%IC)	n	Pré Media ± DP	Pós Media ± DP	Δ (95%IC)
FC <sub>9km/h_T-CAR</sub> (bpm)	F <sub>1x</sub>	7	161 ± 9	152 ± 10	-9 (-15 a -4)	15	152 ± 10	149 ± 10	-3 (-7 a 1)	10	141 ± 12	139 ± 13	-3 (-7 a 2)
	F <sub>2x</sub>	9	163 ± 10	153 ± 11	-10 (-15 a -5)	14	154 ± 9	144 ± 14	-10 (-14 a -6)	9	140 ± 11	136 ± 14	-3 (-8 a 2)
	Total	16	<b>162 ± 9</b>	<b>156 ± 12#</b>	<b>-9 (-13 a -6)*</b>	29	<b>153 ± 9</b>	<b>146 ± 13#</b>	<b>-7 (-9 a -4)*</b>	19	141 ± 11	138 ± 13	-3 (-6 a 0)
%FC <sub>max_9km/h_T-CAR</sub> (%)	F <sub>1x</sub>	7	79.3 ± 4.5	75.6 ± 2.8	-3.7 (-6.6 a -0.9)	15	74.6 ± 5.1	73.1 ± 4.0	-1.5 (-3.4 a 0.5)	10	69.5 ± 5.7	68.6 ± 5.3	-0.9 (-3.3 a 1.5)
	F <sub>2x</sub>	9	80.3 ± 5.4	74.7 ± 3.8	-5.7 (-8.2 a -3.1)	14	75.7 ± 4.7	71.1 ± 6.1	-4.6 (-6.6 a -2.6)	9	68.8 ± 5.3	68.4 ± 4.6	-0.3 (-2.9 a 2.2)
	Total	16	<b>79.9 ± 4.9</b>	<b>75.1 ± 3.8#</b>	<b>-4.7 (-6.6 a -2.8)*</b>	29	<b>75.1 ± 4.8</b>	<b>72.2 ± 5.1#</b>	<b>-3.0 (-4.4 a -1.6)*</b>	19	69.2 ± 5.4	68.5 ± 4.8	-0.6 (-2.4 a 1.1)
FC <sub>12km/h_T-CAR</sub> (bpm)	F <sub>1x</sub>	7	<b>188 ± 8</b>	<b>179 ± 11</b>	<b>-9 (-15 a -3)</b>	15	<b>181 ± 11</b>	<b>172 ± 11</b>	<b>-9 (-13 a -5)</b>	10	<b>181 ± 12</b>	<b>171 ± 15</b>	<b>-10 (-15 a -6)</b>
	F <sub>2x</sub>	9	<b>193 ± 9</b>	<b>178 ± 13</b>	<b>-15 (-20 a -10)##</b>	14	<b>184 ± 11</b>	<b>168 ± 15</b>	<b>-16 (-20 a -12)##</b>	9	<b>176 ± 11</b>	<b>167 ± 15</b>	<b>-9 (-14 a -4)##</b>
	Total	16	191 ± 9	178 ± 12	-12 (-16 a -8)	29	182 ± 11	170 ± 13	-13 (-15 a -10)	19	179 ± 12	169 ± 15	-10 (-13 a -6)
%FC <sub>max_12km/h_T-CAR</sub> (%)	F <sub>1x</sub>	7	93.0 ± 1.6	89.0 ± 2.4	-4.0 (-6.9 a -1.1)	15	88.1 ± 4.4	84.4 ± 3.9	-3.7 (-5.7 a -1.8)	10	88.7 ± 5.2	84.5 ± 5.7	-4.2 (-6.6 a -1.8)
	F <sub>2x</sub>	9	92.2 ± 4.5	86.7 ± 4.0	-5.6 (-8.1 a -3.0)	14	89.2 ± 4.1	82.9 ± 6.0	-6.4 (-8.4 a -4.3)	9	89.1 ± 5.3	84.0 ± 4.1	-5.1 (-7.6 a -2.6)
	Total	16	<b>92.6 ± 3.5</b>	<b>87.7 ± 3.5#</b>	<b>-4.8 (-6.7 a -2.9)</b>	29	<b>88.7 ± 4.2</b>	<b>83.7 ± 5.0#</b>	<b>-5.0 (-6.5 a -3.6)</b>	19	<b>88.9 ± 5.1</b>	<b>84.3 ± 4.9#</b>	<b>-4.7 (-6.4 a -2.9)</b>
FC <sub>5'+5'_absoluta</sub> (bpm)	F <sub>1x</sub>	4	186 ± 9	169 ± 6	-17 (-32 a -1)	11	173 ± 13	157 ± 8	-15 (-25 a -6)	9	150 ± 11	143 ± 10	-7 (-17 a 4)
	F <sub>2x</sub>	3	183 ± 11	163 ± 18	-20 (-38 a -2)	11	172 ± 15	153 ± 19	-19 (-28 a -10)	7	140 ± 11	154 ± 12	14 (2 a 25)
	Total	7	<b>184 ± 9</b>	<b>166 ± 12#</b>	<b>-18 (-30 a -6)*</b>	22	<b>172 ± 14</b>	<b>155 ± 14#</b>	<b>-17 (-24 a -11)*</b>	16	145 ± 12	148 ± 12	4 (-4 a 11)
%FC <sub>max_5'+5'</sub> (%)	F <sub>1x</sub>	4	89.8 ± 3.8	82.5 ± 3.0	-7.3 (-15.6 a 1.1)	11	84.2 ± 6.7	77.3 ± 4.0	-6.9 (-11.9 a -1.9)	9	73.3 ± 5.7	70.9 ± 4.4	-2.4 (-8.0 a 3.1)
	F <sub>2x</sub>	3	87.7 ± 2.5	79.3 ± 5.0	-8.3 (-17.9 a 1.3)	11	83.5 ± 6.4	75.7 ± 9.2	-7.7 (-12.7 a -2.7)	7	71.9 ± 7.3	78.4 ± 8.1	6.6 (0.3 a 12,8)
	Total	7	<b>88.9 ± 3.2</b>	<b>81.1 ± 4.0#</b>	<b>-7.8 (-14.1 a -1.5)*</b>	22	<b>83.8 ± 6.4</b>	<b>76.5 ± 7.0#</b>	<b>-7.3 (-10.9 a -3.8)*</b>	16	72.7 ± 6.2	74.2 ± 7.2	2.1 (-2.1 a 6.2)

Nota: números em negrito demonstram diferença estatística. # diferença em relação ao momento pré; \* diferença em relação ao Δ do grupo Sub-15; ## diferença em relação ao Δ do F<sub>1x</sub> dentro de cada grupo etário; FC: frequência cardíaca; T-CAR: teste de Carminatti.



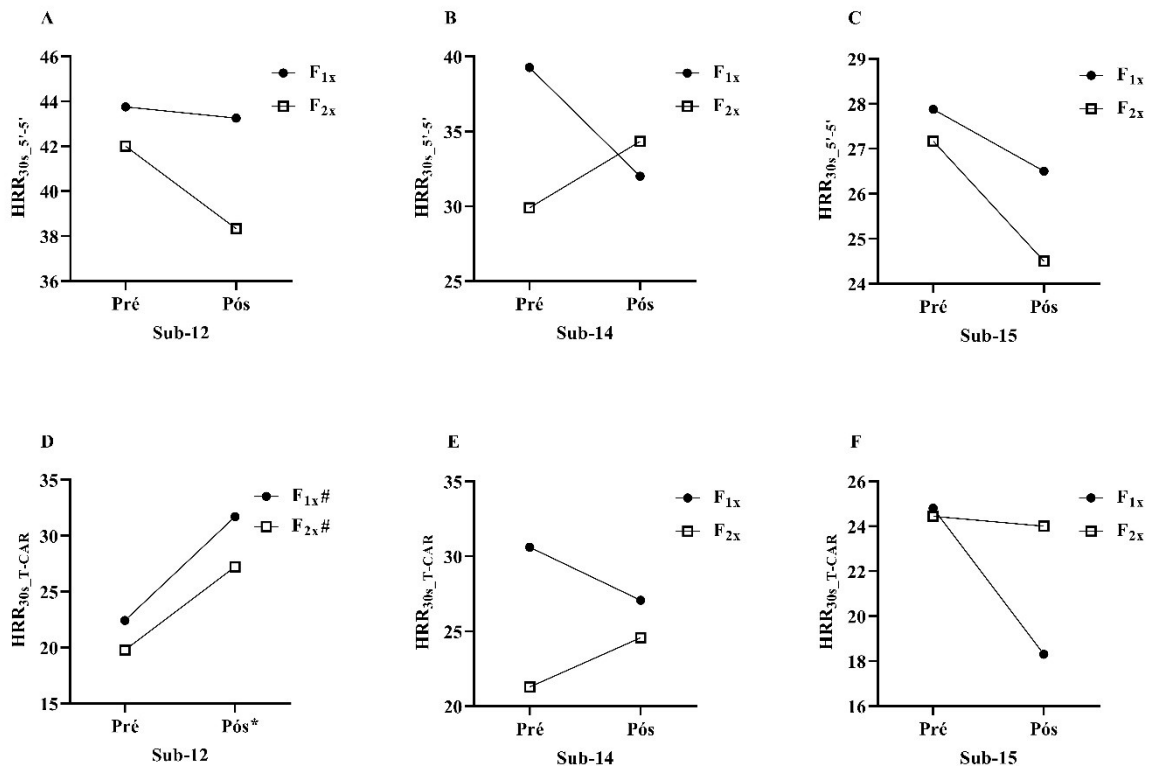
#### 4.4 MEDIDAS DA FASE DE RECUPERAÇÃO DOS TESTE T-CAR E 5'-5'

As figuras 5 e 6 mostram os gráficos para as variáveis  $HRR_{30s}$  e  $HRR_{60s}$ , respectivamente, durante o período de recuperação após o teste 5'-5' e teste T-CAR.

Nesse sentido, houve um efeito de interação tempo\*grupo significativo para a  $HRR_{30s\_T-CAR}$  ( $F=5.309$ ,  $p=0.008$ ,  $\eta^2=0.155$ ) e para a  $HRR_{60s\_T-CAR}$  ( $F=5.384$ ,  $p=0.017$ ,  $\eta^2=0.131$ ). O Sub-12 aumentou a sua taxa de  $HRR_{30s\_T-CAR}$  ( $\Delta=39.6\%$ ,  $p=0.004$ ,  $ES=0.67$  [95% IC: 0.23; 1.13]) e  $HRR_{60s\_T-CAR}$  ( $\Delta=23.2\%$ ,  $p=0.004$ ,  $ES=0.80$  [95% IC: 0.27; 1.36]) após o período de treinamento, enquanto nenhuma alteração foi observada para os demais grupos. Também foi encontrado um efeito de interação tempo\*frequência significativo para a  $HRR_{60s\_T-CAR}$  ( $F=5.320$ ,  $p=0.025$ ,  $\eta^2=0.084$ ). Independente do grupo etário, o grupo que treinou 2x por semana teve um aumento significativo na sua taxa de  $HRR_{60s\_T-CAR}$  após o período de treinamento ( $\Delta=17.2\%$ ,  $p=0.005$ ,  $ES=0.66$  [95% IC: 0.20; 1.04]), enquanto o grupo que treinou apenas 1x por semana não exibiu nenhuma mudança significativa. Não foi observado nenhum efeito principal do tempo, da frequência, do grupo e dos demais termos de interação para a  $HRR_{30s\_T-CAR}$  e a  $HRR_{60s\_T-CAR}$ .

Houve também um efeito principal significativo do grupo para a  $HRR_{30s\_5'+5'}$  ( $F=11.643$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.400$ ) e  $HRR_{60\_5'+5'}$  ( $F=10.733$ ,  $p<0.001$ ,  $\eta^2=0.394$ ), com o sub-12 apresentando maiores taxas de  $HRR_{30s\_5'+5'}$  e  $HRR_{60\_5'+5'}$  comparado ao Sub-14 ( $p=0.042$  e  $p=0.020$ , respectivamente) e Sub-15 ( $p<0.001$  e  $p<0.001$ , respectivamente). Não foi observado nenhum efeito principal do tempo, da frequência e dos demais termos de interação para  $HRR_{30s\_5'+5'}$  e  $HRR_{60\_5'+5'}$ .

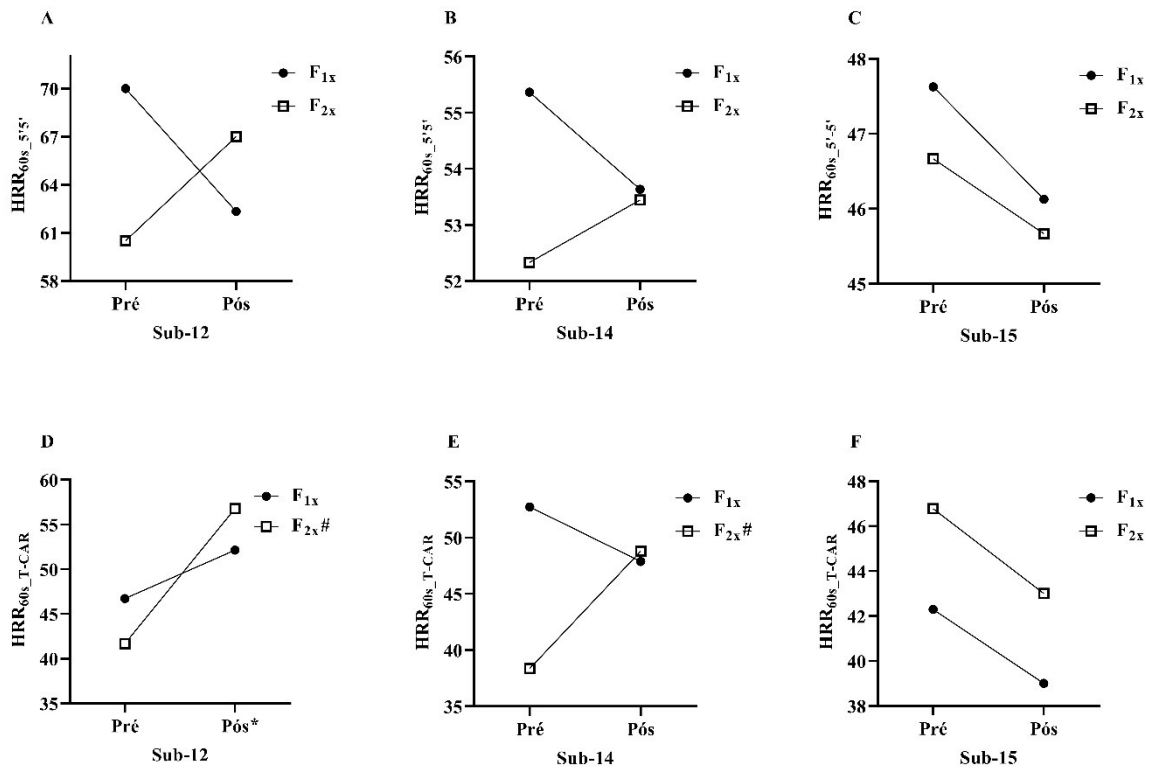
Figura 5 - Valores médios para as variáveis HRR30s do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).



Fonte: próprio autor.

Nota: \* = indica diferença estatística significativa entre os períodos para a categoria etária ( $p < 0,05$ ); # = indica diferença estatística significativa entre os períodos para as frequências de treinamento ( $p < 0,05$ );  $F_{1x}$  = Frequência de treinamento 1 vez por semana;  $F_{2x}$  = Frequência de treinamento 2 vezes por semana.

Figura 6 - Valores médios para as variáveis HRR60s do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).



Fonte: próprio autor.

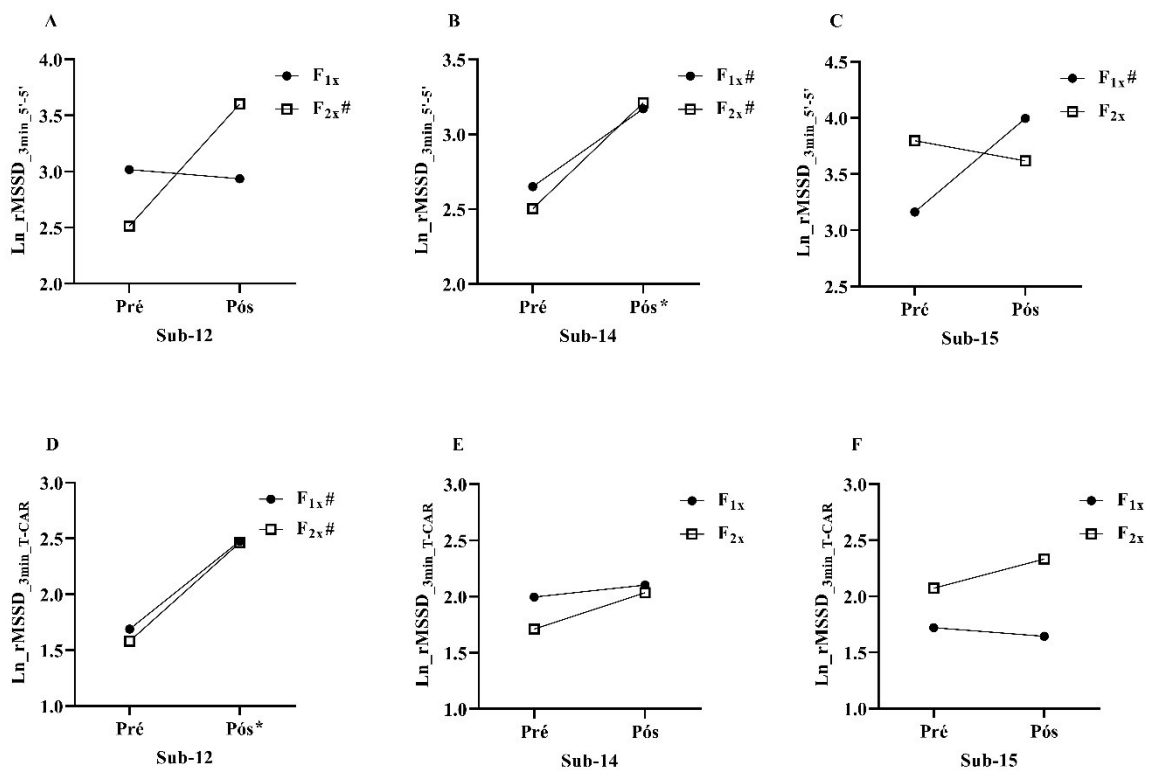
Nota: \* = indica diferença estatística significativa entre os períodos para a categoria etária ( $p < 0,05$ ); # = indica diferença estatística significativa entre os períodos para as frequências de treinamento ( $p < 0,05$ );  $F_{1x}$  = Frequência de treinamento 1 vez por semana;  $F_{2x}$  = Frequência de treinamento 2 vezes por semana.

A figura 7 mostra os gráficos para a variável  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min}}$  após o teste 5'-5' e o teste T-CAR. Foi observado um efeito principal significativo do tempo ( $F=9.125$ ,  $p=0.004$ ,  $\eta^2=0.136$ ) para a variável  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$ , mostrando que o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  aumentou após o período de treinamento ( $\Delta=21.2\%$ ,  $p=0.004$ ,  $ES=0.43$  [95% IC: 0.17; 0.83]), independente do grupo etário e da frequência de treinamento. Não foi observado nenhum efeito principal da frequência, do grupo e dos demais termos de interação para o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$ . No entanto, houve uma tendência de significância para a interação tempo\*grupo para o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  ( $p=0.063$ ), com o grupo Sub-12 apresentando um aumento superior no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  após o período de treinamento ( $\Delta=51.1\%$ ,  $p=0.001$ ,  $ES=1.32$  [95% IC: 0.54; 2.07]) comparado ao Sub-14 e Sub-15.

Foi observado um efeito de interação de tempo\*grupo\*frequência significativo para a variável  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  ( $F=6.101$ ,  $p=0.005$ ,  $\eta^2=0.243$ ). No Sub-12, o grupo que treinou 2x por semana aumentou significativamente o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  após o

treinamento ( $\Delta=43.4\%$ ,  $p=0.012$ ,  $ES=1.84$  [95% IC: 0.43; 3.25]), enquanto o grupo que treinou apenas 1x por semana não exibiu nenhuma alteração. No Sub-14, houve uma melhora significativa no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min}_5'+5'}$  após o período de intervenção em ambas as frequências de treinamento ( $F_{1x}$ :  $\Delta=19.6\%$ ,  $p=0.021$ ,  $ES=0.89$  [95% IC: 0.14; 1.63];  $F_{2x}$ :  $\Delta=28.2\%$ ,  $p=0.002$ ,  $ES=0.78$  [95% IC: 0.30; 1.26]). No Sub-15, apenas o grupo que treinou 1x por semana apresentou melhora significativa no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min}_5'+5'}$  ( $\Delta=26.3\%$ ,  $p=0.001$ ,  $ES=2.14$  [95% IC: 0.90; 3.37]).

Figura 7 - Valores médios para as variáveis  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min}}$  do teste 5'-5' e T-CAR em cada categoria etária (Sub-12 [A,D], Sub-14 [B,E] e Sub-15 [C,F]) e suas respectivas frequências de treinamento ( $F_{1x}$  e  $F_{2x}$ ), antes e após a intervenção (Pré e Pós).



Fonte: próprio autor.

Nota: \* = indica diferença estatística significativa entre os períodos para a categoria etária ( $p<0,05$ ); # = indica diferença estatística significativa entre os períodos para as frequências de treinamento ( $p<0,05$ );  $F_{1x}$  = Frequência de treinamento 1 vez por semana;  $F_{2x}$  = Frequência de treinamento 2 vezes por semana.

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve por objetivo verificar o efeito independente e da interação da frequência do treinamento e da idade cronológica sobre as adaptações cardiovasculares e de *performance* aeróbia/anaeróbia após um período de 7 a 8 semanas de  $TI_{curto}$  prescrito a partir do  $PV_{T-CAR}$  em jogadores de futebol de 10 a 15 anos. Os principais achados mostraram que: (I) o  $PV_{T-CAR}$  aumentou após o período de intervenção em todas as categorias etárias, independente da frequência de treinamento; os ganhos no  $PV_{T-CAR}$  foram superiores no Sub-12 ( $\Delta=10.1\%$ ) e Sub-14 ( $\Delta=8.1\%$ ) comparado ao Sub-15 ( $\Delta=4.1\%$ ); (II) os valores de FC submáxima durante o teste T-CAR ( $\Delta=-6\%$ ) e teste 5'-5' ( $\Delta=-10\%$ ) diminuíram significativamente apenas no Sub-12 e Sub-14 após o período de intervenção, independente da frequência de treinamento; (III) o grupo  $F_{2X}$  ( $\Delta=-7.2\%$ ) apresentou maior redução no valor de  $FC_{12km/h\_T-CAR}$  em relação ao grupo  $F_{1X}$  ( $\Delta=-5.1\%$ ), independente do grupo etário; (IV) a taxa de  $HRR_{30s\_T-CAR}$  e  $HRR_{60s\_T-CAR}$  aumentou após o período de treinamento apenas no grupo Sub-12; para a taxa de  $HRR_{60s\_T-CAR}$ , o grupo  $F_{2X}$  apresentou um aumento maior que o grupo  $F_{1X}$ ; (V) o  $Ln\_rMSSD_{3min\_T-CAR}$  aumentou significativamente após o período de intervenção, independente do grupo etário e da frequência de treinamento; (VI) as alterações no  $Ln\_rMSSD_{3min\_5'+5'}$  após a intervenção foram dependentes do grupo etário e frequência de treinamento: no sub-14, ambos os grupos  $F_{1X}$  e  $F_{2X}$  exibiram melhoras, enquanto no Sub-12 e Sub-15 apenas o grupo  $F_{1X}$  e  $F_{2X}$ , respectivamente, tiveram aumentos significativos nessa variável.

Em termos de caracterização da presente amostra, observa-se que os valores de *baseline* do  $PV_{T-CAR}$  dos grupos Sub-12 ( $13.3 \pm 0.8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e Sub-14 ( $14.7 \pm 0.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) são similares aos valores reportados em outras amostras de adolescentes jogadores de futebol com a mesma faixa etária (TEIXEIRA et al., 2014, 2015). O valor de *baseline* do  $PV_{T-CAR}$  ( $15.1 \pm 0.8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) do grupo Sub-15 deste estudo é similar aquele reportado por Nascimento et al. (2014) ( $15.1 \pm 0.9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), Fernandes-da-Silva et al. (2016) ( $15.5 \pm 0.7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e Alcantara et al. (2022) ( $15.3 \pm 0.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), porém inferior aos valores encontrados por Teixeira et al. (2014) ( $16.4 \pm 0.8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e Cetolin et al. (2018) ( $15.7 \pm 0.8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) em jogadores de futebol com a mesma idade cronológica ao do presente estudo. Esses dados sugerem que os jogadores Sub-12, Sub-14 e Sub-15 da atual amostra apresentam um nível inicial de treinamento similar

aquele observado em outras amostras, embora para o sub-15, alguns estudos na literatura têm reportados valores maiores de  $PV_{T-CAR}$  para essa faixa etária (TEIXEIRA et al., 2014; CETOLIN et al., 2018).

Este estudo é o primeiro trabalho a investigar se as adaptações no  $PV_{T-CAR}$  e na capacidade *sprints* repetidos (*RSA*), após o intervalo de 7 a 8 semanas de  $TI_{curto}$ , são impactadas pela faixa etária (Sub-12, Sub-14 e Sub-15) e pela frequência de treinamento em adolescentes jogadores de futebol dentro do mesmo *design* experimental. A principal novidade deste estudo é que os maiores ganhos no  $PV_{T-CAR}$  ocorreram nas categorias etárias mais jovens (Sub-12 e Sub-14) e que a frequência dos treinamentos  $F_{1X}$  e  $F_{2X}$  resultou em ganhos similares no  $PV_{T-CAR}$  em jogadores de futebol entre 10 e 15 anos de idade, portanto confirmando parcialmente a hipótese inicial. Cetolin et al. (2018), em um estudo de caráter longitudinal observacional (*i.e.*, sem protocolo de intervenção), mostrou que as mudanças do  $PV_{T-CAR}$  após 8 semanas de pré-temporada foram maiores no Sub-15 ( $\Delta=8\%$ ) em relação ao Sub-19 ( $\Delta=5\%$ ). A magnitude das mudanças do  $PV_{T-CAR}$  após 7 a 8 semanas de  $TI_{curto}$  durante a temporada competitiva no grupo Sub-12, Sub-14 e Sub-15 do presente estudo não são diretamente comparáveis aos valores reportados por Cetolin et al. (2018), pois os estudos diferem em relação ao período de observação e intervenção (*i.e.*, pré-temporada vs. período competitivo). A literatura tem mostrado previamente que os ganhos de desempenho durante a temporada competitiva são inferiores em relação ao período da pré-temporada (IMPELLIZERI et al., 2006).

No entanto, o presente estudo e o de Cetolin et al. (2018) foram consistentes em mostrar que os aumentos no  $PV_{T-CAR}$  após um período de treinamento parecem ser dependentes da idade cronológica, com os maiores ganhos de *performance* ocorrendo em idades mais jovens. Na literatura há um grande interesse por parte de especialistas e treinadores de força e condicionamento físico sobre a programação do TI em jovens no que se refere ao momento apropriado para iniciar a prescrição do TI baseado em corrida nesse público. Os achados descritos por Philippaerts et al. (2006) mostraram que os maiores ganhos na aptidão aeróbia (avaliada por um teste de campo progressivo máximo no modelo vai-e-vem) ocorreram durante o período de PVE de adolescentes jogadores de futebol. Os maiores ganhos no  $PV_{T-CAR}$  após o treinamento nos grupos Sub-12 e Sub-14, os quais estão no período pré-PVE e durante-PVE (ver Tabela 2), respectivamente, corroboram em partes esse achado prévio apresentado por Philippaerts et al. (2006). Em contrapartida, deve ser

destacado que há outras evidências mostrando que os maiores ganhos em outros índices submáximos (e.g. limiares ventilatórios) e máximos (e.g.,  $VO_{2max}$ ), relacionados a aptidão aeróbia, ocorreram no período pós-PVE (YAGÜE e DE LA FLUENTE, 1998; BEYER et al., 2022). Essas inconsistências entre os estudos podem ser atribuídas aos diferentes modelos de treinamento usados ( $TI_{curto}$  vs. SIT), modo de exercício (corrida vs. ciclismo), *design* do estudo (intervenção vs. observação longitudinal) e variáveis analisadas ( $PV_{T-CAR}$  vs.  $VO_{2max}$ , limiares fisiológicos e distância no teste de corrida de 6-min).

Em relação a frequência de treinamento, a maior parte dos estudos, até o presente momento, que abordaram o efeito do tópico sobre as adaptações de desempenho em futebolistas e jogadores de outros esportes coletivos foram conduzidos baseados em modelos de treinamento de força (OTERO-ESQUINA et al., 2017), pliometria (BOUGUEZZI et al., 2020), velocidade (MARZOUKI et al., 2021) e *sprints* repetidos (REY et al., 2019), com poucos estudos comparando  $F_{1x}$  e  $F_{2x}$  a partir de modelos de  $TI_{curto}$ . Nesse sentido, a comparação e discussão dos achados desta pesquisa com estudos prévios na literatura podem ficar, em partes, limitadas. Além disso, este estudo mostrou que os grupos  $F_{1x}$  ( $\Delta = 7.7\%$ ) e  $F_{2x}$  ( $\Delta = 6.9\%$ ) exibiram mudanças similares no  $PV_{T-CAR}$  após o período de intervenção, independente do grupo etário. Baquet et al. (2002 e 2004) e Baquet et al. (2009 e 2010) mostraram aumentos significativos similares no PV do teste de 20 m *shuttle-run* em meninos escolares pré-PVE (8-11 anos) que treinaram 2x ( $\Delta = 5\%$ ) e 3x ( $\Delta = 6-7\%$ ) por semana durante 7 semanas de  $TI_{curto}$  na intensidade de 100-130% do PV, respectivamente. Mais recentemente, Marzouki et al. (2021) mostrou que os aumentos no  $VO_{2max}$  (estimado a partir do teste de 20 m *shuttle-run*) foram maiores após 10 semanas de treinamento de *sprint* curto (5 a 40 m) realizado 2x por semana ( $\Delta = 10.8\%$ ) comparado a 1x por semana ( $\Delta = 8.2\%$ ) durante o período competitivo em adolescentes jogadores de futebol pós-PVE (17 anos).

A partir desses resultados, pode-se sugerir que a frequência de treinamento  $F_{1x}$ ,  $F_{2x}$  e  $F_{3x}$  (estudo de Baquet et al., 2004 e 2010) por semana a partir de modelos de  $TI_{curto}$  resultou em adaptações de *performance* aeróbia similares em meninos escolares e futebolistas pré-PVE, durante-PVE e pós-PVE. Sendo assim, treinadores de força e condicionamento físico podem introduzir o  $TI_{curto}$  de forma segura e efetiva em suas rotinas de treinamento com jovens jogadores de futebol (Sub-15 e categorias inferiores) adotando inicialmente uma frequência de 1x por semana. Com o avanço

no processo de especialização esportiva, a frequência de treinamento do  $TI_{curto}$  em jogadores de futebol pode (ou não) ser aumentada para 2x por semana. O aumento na frequência do  $TI_{curto}$  dentro do microciclo de treinamento (i.e., de  $F_{1x}$  para  $F_{2x}$ ) durante o período competitivo deve ser programado levando em consideração o calendário de jogos da equipe e as necessidades individuais de cada atleta.

Entretanto, o leitor deve-se atentar que não foi possível estabelecer, nesse estudo, qual foi a frequência de treinamento ( $F_{1x}$  vs  $F_{2x}$ ) mais efetiva a partir do modelo de  $TI_{curto}$  em jogadores de futebol adultos (e.g., Sub-18 e Sub-20). A literatura tem sugerido a partir de um único estudo que a  $F_{2x}$  parece ser mais efetiva para otimizar a *performance* aeróbia em jogadores Sub-18 quando o modelo de treinamento de *sprint* curto (10 semanas) é adotado (MARZOUKI et al., 2021). Portanto, futuros estudos comparando o efeito da frequência de treinamento, baseado no modelo de  $TI_{curto}$  ( $F_{1x}$  vs.  $F_{2x}$ ) durante o período competitivo, em jogadores mais velhos e ao final do processo de especialização esportiva são recomendados para orientar melhor os treinadores em suas tomadas de decisões durante a programação do TI em períodos competitivos.

A capacidade física de *sprints* repetidos (*RSA*) tem sido comumente avaliada no futebol e em outros esportes coletivos. Muitas pesquisas têm mostrado mudanças substanciais na capacidade de *sprints* repetidos (medida a partir do tempo no  $RSA_{médio}$  neste estudo) após modelos de  $TI_{curto}$  (BUCHHEIT et al., 2008; CAMPOS et al., 2021). A hipótese inicial deste estudo não foi confirmada, o resultado da ANOVA *three-way* de medidas repetidas indicou um efeito de interação grupo\*tempo significativa para o  $RSA_{médio}$  ( $F=4.959$ ,  $p=0.015$ ,  $\eta^2=0.164$ ). Considerando que o erro típico de medida e a mínima mudança útil reportada para o  $RSA_{médio}$  tem sido em torno de 0.8% e 1.6%, respectivamente (IMPELLIZZERI et al., 2008), é possível indicar que as mudanças observadas no tempo do  $RSA_{médio}$  após o período de treinamento no grupo Sub-14 ( $\Delta = -1.3\%$ ;  $p = 0.052$ ) e Sub-15 ( $\Delta = +1.7\%$ ;  $p = 0.062$ ) foram relevantes (reais) do ponto de vista prático. Logo, os jogadores do Sub-14 que estavam durante o período de PVE responderam de forma positiva ao treinamento melhorando o seu desempenho em *sprints* repetidos, enquanto os jogadores mais velhos e pós-PVE (i.e., Sub-15) tiveram seu desempenho em *sprints* repetidos prejudicado após o treinamento. Esses achados sugerem que a programação do  $TI_{curto}$  precisa ser cuidadosamente estruturada durante o período competitivo em jogadores mais velhos que estão, em média, 1.11 anos além do período de PVE.



O uso da FC submáxima durante protocolos de campo tem sido uma ferramenta de relevância prática para monitorar as adaptações ao treinamento (BUCHHEIT et al., 2012; PÓVOAS et al., 2018; SCOTT et al., 2022). Este é o primeiro estudo a investigar a sensibilidade da FC submáxima determinada em velocidades submáximas (9 e 12 km·h<sup>-1</sup>) durante o teste T-CAR para monitorar as adaptações ao treinamento. Como esperado, este estudo mostrou reduções substanciais nos valores de FC em velocidades submáximas durante o teste T-CAR ( $\Delta = -4\%$  a  $-7\%$ ) e o teste 5'-5' ( $\Delta = -10\%$ ) após 7 a 8 semanas de treinamento. Esses resultados são comparáveis aos achados de estudos prévios, mostrando reduções na FC submáxima durante os minutos 2, 4 e 6 do teste YoYo IR1 ( $\Delta = -5\%$  a  $-8\%$ ) e durante o teste 5'-5' ( $\Delta = -6.5\%$ ) após um período de treinamento em jogadores de futebol e futsal (KRUSTRUP et al., 2003; BUCHHEIT et al., 2012; DE FREITAS et al., 2015).

Além disso, foram observadas correlações negativas significantes entre as mudanças ( $\Delta\%$ ) na FC<sub>9km/h\_T-CAR</sub> ( $r = -0.36$ ;  $p = 0.004$ ), FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub> ( $r = -0.37$ ;  $p = 0.012$ ) e FC<sub>12km/h\_T-CAR</sub> ( $r = -0.25$ ;  $p = 0.047$ ) e as mudanças no PV<sub>T-CAR</sub> após o período de treinamento, destacando a capacidade dessas medidas submáximas derivadas de dois protocolos diferentes (T-CAR e teste 5'-5') para monitorar as mudanças na *performance* aeróbia de jovens jogadores de futebol.

No entanto, deve ser observado que as reduções na FC<sub>9km/h\_T-CAR</sub> e na FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub> foram identificadas nos grupos etários Sub-12 e Sub-14, mas não no grupo Sub-15. Portanto, apesar da aplicabilidade para monitorar as adaptações ao treinamento, o uso exclusivo da FC submáxima nessa faixa de velocidade (9 km·h<sup>-1</sup>) pode ter limitações em indivíduos mais treinados durante o período competitivo, uma vez que o grupo Sub-15 mostrou aumentos significativos no PV<sub>T-CAR</sub> sem alterações significativas na FC<sub>9km/h\_T-CAR</sub> e FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub>. Esses achados corroboram em partes com os resultados publicados por Buchheit et al. (2012) indicando que a capacidade de mudança na FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub> em prever mudanças na *performance* aeróbia ( $V_{V_{am-Eval}}$ ) são maiores nos grupos Pré-PVE e durante-PVE comparado ao grupo Pós-PVE (mais treinados e mais velhos cronologicamente).

Dando sequência, esse mesmo estudo de Buccheit et al. (2012) também revelou que aumentos na FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub> (i.e., mudanças teoricamente não benéficas) ao longo da temporada competitiva não necessariamente implicam em diminuições na *performance* aeróbia. Por outro lado, diferente da FC<sub>9km/h\_T-CAR</sub> e da FC<sub>5'+5'\_absoluta</sub>, o presente estudo mostrou reduções na FC<sub>12km/h\_T-CAR</sub> em todos os grupos etários

avaliados após o período de intervenção. Dessa forma, a  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$  parece ser uma medida mais indicada e consistente para monitorar as adaptações ao treinamento durante o período competitivo na presente amostra.

Outro achado importante que merece consideração é o efeito de interação tempo\*frequência significativo para a  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$ . O grupo  $F_{2x}$  ( $\Delta=-7.2\%$ ) exibiu maiores reduções na  $FC_{12\text{km/h\_T-CAR}}$  em relação ao grupo  $F_{1x}$  ( $\Delta=-5.1\%$ ) após 7 a 8 semanas de treinamento, independente do grupo etário. Esse resultado é similar aos achados anteriores reportados por Fox et al. (1975), que mostraram maiores reduções na FC submáxima após 7 e 13 semanas de treinamento misto ( $TI_{\text{curto}}$  e  $TI_{\text{longo}}$ ) no grupo que treinou 4x por semana ( $\Delta = -6.9\%$  a  $-9.5\%$ ) comparado ao grupo que treinou 2x por semana ( $\Delta = -2\%$  a  $-5.5\%$ ) em jovens adultos saudáveis (19 anos). O mecanismo que explica os motivos de uma maior frequência de treinamento resultar em maiores reduções na FC submáxima de exercício ainda não está bem elucidado na literatura. Do ponto de vista prático, no contexto do futebol, treinadores de força e condicionamento físico devem estar cientes que a frequência de treinamento é um parâmetro chave durante a programação do  $TI_{\text{curto}}$  quando o objetivo do treinamento busca diminuir o estresse cardiovascular (carga interna) experienciado por jovens atletas para uma dada velocidade de corrida submáxima (carga externa). Para esse propósito, a  $F_{2x}$  deve ser priorizada em relação a  $F_{1x}$ . Esse menor estresse cardiovascular nessa faixa de intensidade de exercício (80-90%  $FC_{\text{max}}$ ) é fundamentalmente importante para otimizar a *performance* em jogo. Visto que jovens jogadores de futebol se exercitam a maior parte do tempo de jogo (60-80%) com valores de FC acima de 81% da sua  $FC_{\text{max}}$  individual (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2013). Assim, as hipóteses iniciais para as variáveis de FC submáxima durante o teste T-CAR e teste 5'-5' foram parcialmente confirmadas com ressalvas para as intensidades mais baixas que identificaram mudanças apenas nos atletas mais novos.

A regulação autonômica da FC como um indicador da capacidade do organismo se adaptar ao estímulo do exercício tem sido avaliado por meio do monitoramento da VFC (em repouso e após o exercício) e da HRR pós-exercício em atletas de esportes intermitentes (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT et al., 2012; DE FREITAS et al., 2015). Índices derivados da VFC e a HRR ilustram aspectos distintos, mas complementares da função parassimpática; a HRR parece estar mais relacionada ao tônus vagal, enquanto a VFC pode ser um melhor indicador da modulação parassimpática (BUCHHEIT et al., 2007). O principal índice vagal da VFC usado para

monitorar as adaptações induzidas pelo treinamento sobre o controle autonômico cardíaco tem sido o Ln\_rMSSD.

No presente estudo, não foi observado nenhum efeito do programa de TI<sub>curto</sub> sobre o Ln\_rMSSD<sub>repouso</sub> independente da frequência de treinamento e do grupo etário analisado. Assim, portanto, negando a hipótese inicial de que haveria aumentos na VFC em repouso. Embora esse resultado seja controverso aqueles observados em estudos anteriores realizados com atletas adultos (DE FREITAS et al., 2015) e adolescentes (NAKAMURA et al., 2017), existem outros estudos mostrando que os efeitos do TI<sub>curto</sub> sobre o Ln\_rMSSD<sub>repouso</sub> podem ser menos evidentes em crianças e adolescentes (GAMELIN et al., 2009; BUCHHEIT, 2015). Além disso, a presente pesquisa foi realizada durante o período competitivo de cada categoria. É provável que as principais adaptações na modulação autonômica cardíaca em repouso em atletas de esportes coletivos acontecem durante a pré-temporada e depois estabilizam durante o período competitivo (OLIVEIRA et al., 2013; MAZON et al., 2011). Por último, deve-se também levar em consideração que as medidas de VFC em repouso foram realizadas no período de vespertino nos grupos mais jovens (Sub-12 e Sub-14), podendo assim sofrer alguma influência das atividades escolares realizadas no período matutino e interferir diretamente no desfecho dessa variável em questão (OLIVEIRA et al., 2013).

Por outro lado, o presente estudo mostrou um efeito significativo do tempo sobre o Ln\_rMSSD<sub>3min\_T-CAR</sub>, com um aumento substancial nessa variável ( $\Delta=21.2\%$ ) após o intervalo de 7 a 8 semanas de treinamento em todos os grupos etários. Esse resultado vai de encontro a hipótese inicial, uma vez que não houve dependência das categorias e nem das frequências de treinamento. Esse resultado é similar aquele reportado em estudos que mediram o Ln\_rMSSD<sub>3min</sub> durante o período de recuperação após testes de corrida submáxima em adolescentes jogadores de handebol (BUCHHEIT et al., 2008) e futebol (BUCHHEIT et al., 2012). Embora seja possível, o monitoramento de índices da VFC durante o período de recuperação após a realização de testes máximos é menos comum e aplicável (e.g., devido ao baixo engajamento dos atletas) comparado aos testes de corrida em velocidades submáximas.

No atual estudo, em concordância com estudos prévios (BUCHHEIT et al., 2008; BUCHHEIT et al., 2012; DE FREITAS et al., 2015; NAKAMURA et al., 2017), o Ln\_rMSSD<sub>3min\_5'-5'</sub> obtido a partir do teste 5'-5' também aumentou significativamente

após 7 a 8 semanas de treinamento. Porém, essas mudanças foram dependentes da frequência de treinamento e do grupo etário confirmando a hipótese inicial, diferente do que foi observado para o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$ . Essa diferença no resultado entre o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  e o  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  pode ser explicado em parte pela diferença no número de participantes analisados em cada medida ( $n = 64$  vs.  $45$ , respectivamente) (ver a seção métodos). No grupo Sub-12, a  $F_{2X}$  resultou em maiores aumentos no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  que a  $F_{1X}$  ( $\Delta = 43.4\%$  vs.  $-2.3\%$ ), enquanto o oposto foi observado no grupo Sub-15 ( $F_{1X}$ :  $26.3\%$  e  $F_{2X}$ :  $-5\%$ ). Para o grupo Sub-14, a  $F_{1X}$  ( $\Delta=19.6\%$ ) e  $F_{2X}$  ( $\Delta=28.2\%$ ) resultou em aumentos similares no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  após o período de treinamento.

Coletivamente, essas informações sugerem que o modelo de  $\text{TI}_{\text{curto}}$  aplicado promoveu um aumento na reativação parassimpática (i.e., adaptações positivas) dos jovens atletas do presente estudo após a realização de exercícios máximos e submáximos, como demonstrado pelo maior  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  e  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$ , respectivamente. Algumas evidências têm sugerido que aqueles atletas que exibem aumentos na recuperação da atividade parassimpática cardíaca pós-exercício tendem a ter maior probabilidade de exibir melhoras na *performance* aeróbia (i.e.,  $V_{\text{Vam-Eval}}$  e YoYo IR1) durante o processo de treinamento (BUCHHEIT et al., 2012; DE FREITAS et al., 2015). Apesar de não ter sido observada nenhuma relação entre as mudanças ( $\Delta\%$ ) no  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_T-CAR}}$  e  $\text{Ln\_rMSSD}_{3\text{min\_5'-5'}}$  e os aumentos no  $\text{PV}_{\text{T-CAR}}$  após o período de treinamento no atual estudo (em concordância com OLIVEIRA et al., 2013), foi observado que as mudanças para esse índice vagal da VFC e  $\text{PV}_{\text{T-CAR}}$  tiveram o mesmo padrão temporal. Em outras palavras, o aumento do  $\text{PV}_{\text{T-CAR}}$  é acompanhado por modificações positivas na regulação autonômica cardíaca pós-exercício.

Em relação a taxa de  $\text{HRR}_{60\text{s}}$  após o teste T-CAR e teste submáximo 5'-5', esse estudo mostrou que apenas a taxa de  $\text{HRR}_{60\text{s}}$  após o teste T-CAR foi impactada pelo programa de  $\text{TI}_{\text{curto}}$  implementado. No grupo Sub-12, os jogadores que treinaram  $F_{2X}$  por semana exibiram um maior aumento na taxa de  $\text{HRR}_{60\text{s}}$  comparado aos jogadores que treinaram  $F_{1X}$  por semana (Figura 6d), enquanto para os demais grupos etários as mudanças no  $\text{HRR}_{60\text{s}}$  foram consideradas incertas (i.e., não significativas). Esse resultado pode sugerir uma aplicabilidade limitada desse índice para monitorar as adaptações ao treinamento em jovens jogadores de futebol. Esse argumento é suportado pelo resultado de estudos anteriores, mostrando que a taxa de  $\text{HRR}_{60\text{s}}$  não sofreu nenhuma alteração dentro de 3 semanas de *competition camp* em futebolistas

Sub-15/Sub-17 (BUCHHEIT et al., 2010) e após 9 semanas  $TI_{curto}$  e de treinamento baseado em *sprint* repetidos em adolescentes jogadores de handebol (BUCHHEIT et al., 2008).

## LIMITAÇÕES

Apesar da originalidade do presente estudo em examinar o efeito independente e da interação da frequência do treinamento e da idade cronológica sobre as adaptações cardiovasculares e de *performance* aeróbia/anaeróbia após 7 A 8 semanas de  $TI_{curto}$  prescrito a partir do  $PV_{T-CAR}$  em jogadores de futebol de 10 a 15 anos, algumas limitações importantes precisam ser reconhecidas:

- ❖ A carga externa e interna de treinamento acumulada entre os grupos  $F_{1X}$  e  $F_{2X}$  durante o período de intervenção dentro de cada grupo etário não foi computada. A ausência dessa informação não nos permite saber se essa carga de treinamento foi similar entre os grupos ( $F_{1X}$  e  $F_{2X}$ ), o que limita em parte as inferências deste estudo;
- ❖ Outra falha potencial do estudo atual foi que o nosso desenho experimental não permite estabelecer se o programa de treinamento implementado, independentemente do treinamento regular de futebol, foi responsável pelos resultados obtidos. Essa questão pode ser abordada no futuro aplicando o mesmo desenho de estudo incluindo um grupo controle (somente treinamento em futebol).

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

- ❖ Este estudo demonstrou a sensibilidade do T-CAR para identificar as adaptações ao treinamento em meninos jogadores de futebol pré-PVE, durante-PVE e pós-PVE;
- ❖ A FC submáxima na velocidade correspondente a  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  pode ser usada para monitorar as adaptações ao treinamento em adolescentes jogadores de futebol de 10 a 15 anos;
- ❖ O índice vagal da VFC pós-exercício máximo (T-CAR) e submáximo (teste 5'-5') foram mais responsivos ao treinamento que a taxa de  $HRR_{60s}$  e, portanto, deve ser priorizada por treinadores e especialistas;

- ❖ Nas categorias iniciais (Sub-12, Sub-14 e Sub-15) do processo de formação de jogadores, treinadores podem priorizar modelos de  $TI_{curto}$  1x por semana durante o período competitivo para melhorar a *performance* aeróbia, possibilitando, assim, que os outros dias do microciclo de treinamento sejam orientados para o desenvolvimento de habilidades técnico-táticas específicas ao futebol;

## 6 CONCLUSÃO

De modo geral, o  $TI_{curto}$  realizado com jogadores de futebol de 10 a 15 anos após o intervalo de 7 a 8 semanas, se mostrou eficaz para melhorar o desempenho em testes de campo e gerar adaptações cardiovasculares positivas, independentemente da frequência de treinamento e idade cronológica. Ademais, este estudo mostrou que treinar 1x por semana de  $TI_{curto}$  a partir do protocolo adotado foi tão eficiente quanto treinar 2x por semana. Assim, se sugere que, nas categorias iniciais (Sub-12, Sub-14 e Sub-15) do processo de formação de jogadores de futebol, os treinadores devem priorizar o modelo de  $TI_{curto}$  1x por semana durante o período competitivo para melhorar a *performance* aeróbia. Isso permitirá que os dias restantes do microciclo de treinamento sejam direcionados para o desenvolvimento de habilidades técnico-táticas específicas ao futebol.

Os testes T-CAR e 5' – 5' foram sensíveis a mudança de desempenho dos atletas por meio da FC submáxima e da VFC de recuperação. Portanto, podem ser usadas para monitorar as adaptações ao treinamento em adolescentes jogadores de futebol. Isso é particularmente importante para treinadores e especialistas que buscam medir o progresso de seus atletas. Vale destacar que para a velocidade correspondente a  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , houve uma dependência da frequência de treinamento com o grupo  $F_{2x}$  reduzindo mais a FC após o treinamento. Diante disto, a utilização da FC submáxima a  $12 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  do T-CAR para monitorar as adaptações dos jovens atletas ao longo da temporada parece ser a melhor escolha em comparação aos outros índices que não compreenderam todos os atletas ou não apresentaram mudanças significativas.

Em relação a RSA, o estudo não encontrou modificações significantes advindas do modelo de treinamento proposto. Por fim, sugere-se novos estudos com diferentes amostras (e.g. Sub-17, Sub-20) e diferentes frequências de treinamento (e.g. treinar uma vez por semana *versus* treinar uma vez a cada duas semanas).

## REFERÊNCIAS

AQUINO, Rodrigo et al. Comparisons of ball possession, match running performance, player prominence and team network properties according to match outcome and playing formation during the 2018 FIFA World Cup. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 19, n. 6, p. 1026-1037, 2019.

AQUINO, Rodrigo et al. Influence of match location, quality of opponents, and match status on movement patterns in Brazilian professional football players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 8, p. 2155-2161, 2017.

ARAUJO, Gustavo Gomes de. Desenvolvimento dos Aspectos Físicos em Longo Prazo em Jovens Jogadores. In: SILVA, Juliano Fernandes da *et al.* **Treinamento e avaliação física no futebol e no futsal**. Porto Alegre: S2C e Secco Editora, 2022. Cap. 3. p. 129-152.

BAQUET, Georges et al. Effects of high intensity intermittent training on peak  $\dot{V}O_2$  in prepubertal children. **International journal of sports medicine**, v. 23, n. 06, p. 439-444, 2002.

BAQUET, Georges; VAN PRAAGH, Emmanuel; BERTHOIN, Serge. Endurance training and aerobic fitness in young people. **Sports medicine**, v. 33, p. 1127-1143, 2003.

BAQUET, GEORGES et al. Effects of a short-term interval training program on physical fitness in prepubertal children. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 4, p. 708-713, 2004.

BAQUET, Georges et al. Continuous vs. interval aerobic training in 8-to 11-year-old children. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 5, p. 1381-1388, 2010.

BARKER, Alan R. et al. The influence of 2 weeks of low-volume high-intensity interval training on health outcomes in adolescent boys. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 8, p. 757-765, 2014.

BARNES, Chris et al. The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. **International journal of sports medicine**, v. 35, n. 13, p. 1095-1100, 2014.

BEYER, Kyle S. et al. Effect of somatic maturity on the aerobic and anaerobic adaptations to sprint interval training. **Physiological Reports**, v. 8, n. 9, p. e14426, 2020.

BENGTSSON, H; EKSTRAND, J; HAGGLUND, M. Muscle injury rates in professional football increase with fixture congestion: an 11-year follow-up of the UEFA champions league injury study. **British Journal of Sports Medicine**. Vol. 47. n. 12. 2013. p. 743-747.

BOSCO, Carmelo. **Strenght Assessment with the Bosco's Test**. Italian Society of Sport Science, 1999.

BOUGUEZZI, Raja et al. Effects of different plyometric training frequencies on measures of athletic performance in prepuberal male soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 6, p. 1609-1617, 2020.

BRAVO, D. Ferrari et al. Sprint vs. interval training in football. **International journal of sports medicine**, v. 29, n. 08, p. 668-674, 2008.

BROCHERIE, Franck et al. Association of hematological variables with team-sport specific fitness performance. **PLoS One**, v. 10, n. 12, p. e0144446, 2015.

BUCHHEIT, Martin et al. Noninvasive assessment of cardiac parasympathetic function: postexercise heart rate recovery or heart rate variability?. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 293, n. 1, p. H8-H10, 2007.



BUCHHEIT, Martin et al. Match running performance and fitness in youth soccer. **International journal of sports medicine**, v. 31, n. 11, p. 818-825, 2010.

BUCHHEIT, Martin et al. Determinants of the variability of heart rate measures during a competitive period in young soccer players. **European journal of applied physiology**, v. 109, p. 869-878, 2010.

BUCHHEIT, Martin et al. Monitoring changes in physical performance with heart rate measures in young soccer players. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 2, p. 711-723, 2012.

BUCHHEIT, Martin et al. Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 2, p. 362-371, 2008.

BUCHHEIT, Martin. Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome?. **Frontiers in physiology**, v. 5, p. 73, 2014.

BUCHHEIT, Martin. The 30-15 intermittent fitness test: reliability and implication for interval training of intermittent sport players. In: **10th European Congress of Sport Science. Belgrade, Serbia**. 2005.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013a.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013b.

BUCHHEIT, M. Sensitivity of monthly heart rate and psychometric measures for monitoring physical performance in highly trained young handball players. **International journal of sports medicine**, v. 36, n. 05, p. 351-356, 2015.

CAMPOS, Fernando de Souza et al. HIIT Models in Addition to Training Load and Heart Rate Variability Are Related With Physiological and Performance Adaptations After 10-Weeks of Training in Young Futsal Players. **Frontiers in Psychology**, v. 12, p. 636153, 2021.

CAO, Meng; QUAN, Minghui; ZHUANG, Jie. Effect of high-intensity interval training versus moderate-intensity continuous training on cardiorespiratory fitness in children and adolescents: a meta-analysis. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 9, p. 1533, 2019.

CARMINATTI, Lorival José et al. Predicting Maximal Lactate Steady State from Carminatti's Shuttle Run Test in Soccer Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 02, p. 153-160, 2021.

CASTAGNA, Carlo et al. Effects of intermittent-endurance fitness on match performance in young male soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1954-1959, 2009.

CETOLIN, Tiago et al. Training loads and RSA and aerobic performance changes during the preseason in youth soccer squads. **Journal of Human Kinetics**, v. 65, n. 1, p. 235-248, 2018.

CLEMENTE, Filipe Manuel *et al.* 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. **Journal Of Sports Sciences**, v. 39, n. 11, p. 1202-1222, 2021.

CUMMINS, C. et al. Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 1025–1042, 28 out. 2013.

DE FREITAS, Victor H. et al. Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and cardiac autonomic responses to training in futsal players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 553-558, 2015.

DI MASCIO, Michele et al. Soccer-specific reactive repeated-sprint ability in elite youth soccer players: maturation trends and association with various physical performance tests. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 12, p. 3538-3545, 2020.

ENGEL, Florian Azad et al. High-intensity interval training performed by young athletes: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1012, 2018.

FALK, Bareket; DOTAN, Raffy. Child-adult differences in the recovery from high-intensity exercise. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 34, n. 3, p. 107-112, 2006.

FAUDE, Oliver et al. High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 13, p. 1441-1450, 2013.

FAUDE, Oliver; KOCH, Thorsten; MEYER, Tim. Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. **Journal of sports sciences**, v. 30, n. 7, p. 625-631, 2012.

FERNANDES-DA-SILVA, Juliano; GUGLIELMO, Luiz GA; BISHOP, David. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2115-2121, 2010.

FERNANDES-DA-SILVA, Juliano et al. The effect of two generic aerobic interval training methods on laboratory and field test performance in soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1666-1672, 2015.

FERNANDES-DA-SILVA, Juliano et al. The peak velocity derived from the Carminatti Test is related to physical match performance in young soccer players. **Journal of sports sciences**, v. 34, n. 24, p. 2238-2245, 2016.

FERNANDES-DA-SILVA, Juliano. et al. Validity and reliability of a new field test (Carminatti's test) for soccer players compared with laboratory-based measures. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 15, p. 1621-1628, 2011.

FERRARI, E. et al. **Pesquisa descritiva**. In: **SANTOS, S.G. (org). Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à Educação Física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

FOSTER, C et al. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Vol. 15. N. 1. 2001. P. 109-15.

FOSTER, C et al. Effects of specific versus cross-training on running performance. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**. Vol. 70. N. 4. 1995. P. 367-72.

FOX, Edward L. et al. Frequency and duration of interval training programs and changes in aerobic power. **Journal of applied physiology**, v. 38, n. 3, p. 481-484, 1975.

FULLER, C et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. **British Journal of Sports Medicine**. Vol 40. 2005. p. 193-201.

GAMELIN, François-Xavier et al. Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. **European journal of applied physiology**, v. 105, n. 5, p. 731-738, 2009.

GIRARD, Olivier; MENDEZ-VILLANUEVA, Alberto; BISHOP, David. Repeated-sprint ability—Part I. **Sports medicine**, v. 41, n. 8, p. 673-694, 2011.

HAGGLUND, M et al. Injuries affect team performance negatively in professional football: an 11-year follow-up of the UEFA champions league injury study. **British Journal of Sports Medicine**. Vol. 47. p. 738-742.

HEBESTREIT, Helge; MIMURA, K.; BAR-OR, O. D. E. D. Recovery of muscle power after high-intensity short-term exercise: comparing boys and men. **Journal of Applied Physiology**, v. 74, n. 6, p. 2875-2880, 1993.

IMPELLIZZERI, F et al. Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. Vol 36. N. 6. 2004. p. 1042-1047.

IMPELLIZZERI, Franco M. et al. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. **International journal of sports medicine**, v. 27, n. 06, p. 483-492, 2006.

IMPELLIZZERI, F. M. et al. Validity of a repeated-sprint test for football. **International journal of sports medicine**, v. 29, n. 11, p. 899-905, 2008.

IMPELLIZZERI, F; MARCORA, S; COUTTS, A. Internal and external training load: 15 years on. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. Vol. 14. n. 2. 2019. p. 270-273.

INGEBRIGTSEN, Jørgen et al. Yo-Yo IR2 testing of elite and sub-elite soccer players: performance, heart rate response and correlations to other interval tests. **Journal of sports sciences**, v. 30, n. 13, p. 1337-1345, 2012.

KHAMIS, Harry J.; ROCHE, Alex F. Predicting adult stature without using skeletal age: the Khamis-Roche method. **Pediatrics**, v. 94, n. 4, p. 504-507, 1994.

KIVUNJA, C.; KUYINI, A. B. Understanding and applying research paradigms in educational contexts. **International Journal of higher education**, v. 6, n. 5, p. 26-41, 2017.

KRUSTRUP, Peter et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 4, p. 697-705, 2003.

LAGO-PEÑAS, C et al. The influence of a congested calendar on physical performance in elite soccer. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Vol. 25. n. 8. 2011. p. 2111-2117.

LAURSEN, Paul; BUCHHEIT, Martin. **Science and application of high-intensity interval training**. Human Kinetics, 2019.

MARRIER, Bruno et al. Supercompensation kinetics of physical qualities during a taper in team-sport athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 9, p. 1163-1169, 2017.

MARZOUKI, Hamza et al. Effects of 1 vs. 2 sessions per week of equal-volume sprint training on explosive, high-intensity and endurance-intensive performances in young soccer players. **Biology of Sport**, v. 38, n. 2, p. 175-183, 2021.

MAZON, J. et al. Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 23, n. 1, p. 114-120, 2013.

MCCALL, A; DUPONT, G; EKSTRAND, J. Internal workload and non-contact injury: a one-season study of five teams from the UEFA elite club injury study. **British Journal of Sports Medicine**. 2018.

MCLELLAN, C. P.; LOVELL, D. I.; GASS, G. C. Performance Analysis of Elite Rugby League Match Play Using Global Positioning Systems. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1703–1710, jun. 2011.

MENDEZ-VILLANUEVA, Alberto et al. Age-related differences in acceleration, maximum running speed, and repeated-sprint performance in young soccer players. **Journal of sports sciences**, v. 29, n. 5, p. 477-484, 2011.

MENDEZ-VILLANUEVA, Alberto et al. Match play intensity distribution in youth soccer. **International journal of sports medicine**, v. 34, n. 02, p. 101-110, 2013.

MOLINA-CARMONA, Iván et al. Validez del dispositivo inercial WIMU PRO para el registro de la frecuencia cardiaca en un test de campo. **SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte**, v. 7, n. 1, p. 81-86, 2018.

MORAN, Jason et al. Variation in responses to sprint training in male youth athletes: a meta-analysis. **International Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 01, p. 1-11, 2017.

NAKAMURA, Fabio Y. et al. Adequacy of the ultra-short-term HRV to assess adaptive processes in youth female basketball players. **Journal of human kinetics**, v. 56, n. 1, p. 73-80, 2017.

OLIVER, Jon L.; RUMPF, Michael. Speed development in youths. *In*: LLOYD, Rhodri S.; OLIVER, Jon L. (Ed.). **Strength and conditioning for young athletes: science and application**. Routledge, 2019.

OLIVEIRA, R. S. et al. Seasonal changes in physical performance and heart rate variability in high level futsal players. **International journal of sports medicine**, v. 34, n. 05, p. 424-430, 2013.

OTERO-ESQUINA, Carlos et al. Is strength-training frequency a key factor to develop performance adaptations in young elite soccer players?. **European journal of sport science**, v. 17, n. 10, p. 1241-1251, 2017.

PINO-ORTEGA, Jose et al. Level of agreement between sPRO and Kubios software in the analysis of RR intervals obtained by a chest strap. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology**, p. 17543371211031145, 2021.

PÓVOAS, Susana Cristina Araújo et al. Reliability of submaximal Yo-Yo tests in 9-to 16-year-old untrained schoolchildren. **Pediatric Exercise Science**, v. 30, n. 4, p. 537-545, 2018.

PYNE, David B. et al. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1633-1637, 2008.

RAMPININI, Ermanno et al. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. **International journal of sports medicine**, v. 28, n. 03, p. 228-235, 2007.

RATEL, Sébastien; DUCHÉ, Pascale; WILLIAMS, Craig A. Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. **Sports Medicine**, v. 36, n. 12, p. 1031-1065, 2006.

REHMAN, A. A.; ALHARTHI, K. An introduction to research paradigms. **International Journal of Educational Investigations**, v. 3, n. 8, p. 51-59, 2016.

REY, Ezequiel et al. Effects of different repeated sprint-training frequencies in youth soccer players. **Biology of Sport**, v. 36, n. 3, p. 257-264, 2019.

SCOTT, Tannath J. et al. The reliability, validity and sensitivity of an individualised sub-maximal fitness test in elite rugby league athletes. **Journal of Sports Sciences**, v. 40, n. 8, p. 840-852, 2022.

SHUSHAN, Tzlil et al. Submaximal Fitness Tests in Team Sports: A Theoretical Framework for Evaluating Physiological State. **Sports Medicine**, p. 1-22, 2022.

SPENCER, Matt et al. Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. 2011.

SPERLICH, Billy et al. Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 5, p. 1271-1278, 2011.

TAYLOR, D. J. et al. Ageing: effects on oxidative function of skeletal muscle in vivo. In: **Detection of mitochondrial diseases**. Springer, Boston, MA, 1997. p. 321-324.



TEIXEIRA, Anderson S. et al. Reliability and validity of the Carminatti's test for aerobic fitness in youth soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3264-3273, 2014.

TEIXEIRA, A. S. et al. Skeletal maturation and aerobic performance in young soccer players from professional academies. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 13, p. 1069-1075, 2015.

TEIXEIRA, Anderson Santiago et al. Relative age effect, skeletal maturation and aerobic running performance in youth soccer players. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 24, 2019.

TEIXEIRA, Anderson Santiago et al. Treinamento Intervalado aplicado ao futebol e ao futsal. In: SILVA, Juliano Fernandes da *et al.* **Treinamento e avaliação física no futebol e no futsal**. Porto Alegre: S2C e Secco Editora, 2022. Cap. 4. p. 129-152.

VIEIRA, Luiz Henrique Palucci et al. Match running performance in young soccer players: A systematic review. **Sports Medicine**, v. 49, n. 2, p. 289-318, 2019b.

VIEIRA, Luiz Henrique Palucci et al. Running performance in Brazilian professional football players during a congested match schedule. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 313-325, 2018.

VIEIRA, Luiz Henrique Palucci et al. Team dynamics, running, and skill-related performances of Brazilian U11 to professional soccer players during official matches. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 8, p. 2202-2216, 2019a.

YAGÜE, Prudencio Heras; DE LA FUENTE, José Manuel. Changes in height and motor performance relative to peak height velocity: A mixed-longitudinal study of Spanish boys and girls. **American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Association**, v. 10, n. 5, p. 647-660, 1998.

YANCI, Javier et al. Effects of two different volume-equated weekly distributed short-term plyometric training programs on futsal players' physical performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 7, p. 1787-1794, 2017.

ZAFEIRIDIS, Andreas et al. Recovery during high-intensity intermittent anaerobic exercise in boys, teens, and men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 3, p. 505-512, 2005.