

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Escola Superior de Educação Física
Programa de Pós-Graduação em Educação Física



DISSERTAÇÃO

**Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-
multimodal em jovens atletas de futebol.**

ROUSSEAU SILVA DA VEIGA

Pelotas, 2020

Rousseau Silva da Veiga

**Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-
multimodal em jovens atletas de futebol.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro

Co-orientador: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

Pelotas, 2020

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

V426e Veiga, Rousseau Silva da

Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol / Rousseau Silva da Veiga ; Eraldo dos Santos Pinheiro, orientador ; Fabrício Boscolo Del Vecchio, coorientador. — Pelotas, 2020.

96 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2020.

1. Desempenho. 2. Futebol. 3. Esportes coletivos. 4. Performance. I. Pinheiro, Eraldo dos Santos, orient. II. Vecchio, Fabrício Boscolo Del, coorient. III. Título.

CDD : 796

Rousseau Silva da Veiga

Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 01/10/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro (orientador)
Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore
Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr^a. Cristine Lima Alberton
Doutora em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Gabriel Gustavo Bergmann (Suplente)
Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Eraldo Pinheiro, por toda atenção, dedicação, competência, disponibilidade e parceria. Que nossa relação acadêmica e de amizade siga prosperando. Obrigado por ser minha referência maior. Sou feliz trabalhando ao teu lado.

Ao meu coorientador, Fabrício Boscolo. Tua ajuda foi fundamental para qualidade deste trabalho. Obrigado por contribuir tanto na minha formação.

Ao professor Gustavo, que me auxiliou em absolutamente todo processo, desde conceber a ideia, até ao último ponto final. Sem ti este trabalho não existiria.

À minha família, de sangue e de coração, pelo amor, suporte e compreensão. Prometo tentar dar menos trabalho nos próximos anos.

À minha colega, e grande amiga, Camila Borges. Serei sempre grato por ter a oportunidade de compartilhar estas experiências contigo. Meu crescimento acadêmico é um dos reflexos da tua competência.

Aos colegas do LEECol, que me auxiliaram como puderam no processo de coleta de dados. Destaco o agradecimento ao Marcos Paulo, que me acompanhou durante todo o processo de intervenção. Tu foste parte importante disso tudo.

Ao Grêmio Esportivo Brasil, representado na pessoa de Fábio Borba, que confiou toda sua estrutura ao LEECol. Seguimos fortes nesta parceria que busca levar a ciência de qualidade para dentro das quatro linhas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Apresentação geral

A presente Dissertação de Mestrado, atendendo ao regimento do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal de Pelotas, foi estruturada da seguinte maneira:

- 1) Introdução: Tema, caracterização do problema de pesquisa e uma breve revisão de literatura.
- 2) Projeto de pesquisa: Apresentado e qualificado no dia 18/07/2019, com a inclusão das modificações sugeridas pela banca avaliadora.
- 3) Relatório de trabalho de campo: Descrição das atividades realizadas pelo pesquisador no transcorrer do processo de intervenção.
- 4) Artigo: Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol – de acordo com as normas da revista *Journal of Strength and Conditioning Research*.
- 5) Considerações finais

RESUMO

Da VEIGA, Rousseau Silva. **Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol.** Orientador: Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro. Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio. 2020. 107f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

O presente documento teve como objetivo mensurar os efeitos de 16 semanas de treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal (HIIT-MM) em variáveis antropométricas e de desempenho físico de jovens atletas de futebol. Vinte atletas de futebol da categoria sub-17 foram randomizados em dois grupos: HIIT-MM (n=10; 6 x 1 min : 3 min) e treinamento de força tradicional (TRAD; n=10; ~45-60%1RM), durante 16 semanas. Pré e pós intervenção, realizaram-se medidas de massa corporal e percentual de gordura corporal (%GC); repetições máximas (RM) no supino reto, levantamento terra e agachamento; velocidade de *sprint* de 10 m (S10) e 20 m (S20); *squat jump* (SJ), *countermovement jump* (CMJ), potência de membros inferiores (PMI), resistência aeróbia máxima e consumo máximo de oxigênio (VO₂max). Para comparações entre grupos e momentos, foi realizada ANOVA *two-way*. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Não foram encontradas modificações para massa corporal, %GC e S20 nos dois grupos. Identificou-se efeito do momento para RM no supino ($p < 0,001$), levantamento terra ($p < 0,001$), agachamento ($p < 0,001$), S10 ($p < 0,001$), CMJ ($p < 0,001$), resistência aeróbia máxima ($p < 0,001$) e VO₂max ($p < 0,001$). Foram encontradas interações para SJ e PMI, com incremento estatisticamente significativo apenas no grupo HIIT-MM ($p < 0,05$). Conclui-se que, HIIT-MM apresenta viabilidade prática similar ao TRAD, sendo eficiente para aprimorar parâmetros de força, além de variáveis de desempenho físico relacionadas à aptidão cardiorrespiratória e PMI de jovens atletas de futebol, o que pode otimizar o trabalho de preparadores físicos.

Palavras-chave: Desempenho; esportes coletivos; performance, futebol.

ABSTRACT

Da VEIGA, Rousseau Silva. **Effects of 16-week high-intensity multimodal interval training in young soccer athletes**. Advisor: Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro. Co-supervisor: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio. 2020. **XXF**. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós Graduação em Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

The purpose of this document was to measure the effects of 16 weeks of high-intensity multimodal interval training (HIIT-MM) on anthropometric and physical performance variables of young soccer athletes. Twenty U-17 soccer players were randomized into two groups: HIIT-MM (n = 10; 6 x 1 min: 3 min) and traditional strength training (TRAD; n = 10; ~ 45-60% 1RM) for 16 weeks. Before and after the intervention, measurements of body mass and body fat percentage (% BF) were performed; maximum repetitions (RM) in the bench press, deadlift, and squat; sprint speed of 10 m (S10) and 20 m (S20); squat jump (SJ), countermovement jump (CMJ), lower limb power (LLP), maximum aerobic resistance and maximum oxygen uptake (VO_{2max}). For comparisons between groups and moments, two-way ANOVA was performed. The level of significance adopted was $p \leq 0.05$. No changes were found for body mass, %BF, and S20 in both groups. The effect of the moment for on the bench press ($p < 0.001$), deadlift ($p < 0.001$), squat ($p < 0.001$), S10 ($p < 0.001$), CMJ ($p < 0.001$), maximum aerobic resistance ($p < 0.001$) and VO_{2max} ($p < 0.001$). Interactions were found for SJ and LLP, with a statistically significant increase only in the HIIT-MM group ($p < 0.05$). It is concluded that HIIT-MM has practical feasibility similar to TRAD, being efficient to improve strength parameters, in addition to physical performance variables related to cardiorespiratory fitness and LLP of young soccer athletes, which can optimize the work of physical trainers.

Keywords: Performance; sports team; soccer.

Sumário geral

1	Introdução	1
2	Projeto de Pesquisa	7
3	Relatório de campo	48
4	Artigo	51
5	Considerações finais	80

1 Introdução
(Rousseau Silva da Veiga)

1. INTRODUÇÃO

O futebol é caracterizado como uma modalidade esportiva coletiva intermitente (ANĐELKOVIĆ et al., 2015). Na categoria sub-17, o jogo apresenta uma estrutura de dois tempos de 40 min, com intervalo de 10 min entre eles, sendo requisitadas diversas capacidades físicas, como aptidão aeróbia e anaeróbia, força, velocidade e potência (LOTURCO et al., 2018). Destacam-se, portanto, a importância das variáveis da aptidão física essenciais para o desempenho competitivo, as quais são integradas, mas podem ser pedagogicamente divididas em componentes metabólicos, como potência aeróbia e capacidade anaeróbia, e componentes neuromusculares, como resistência muscular, força e potência (ŚLIWOWSKI et al., 2013).

Uma das ferramentas possíveis para que o desenvolvimento das variáveis mencionadas são exercícios intervalados de alta intensidade (HIIT) (ENGEL et al., 2018). O HIIT consiste na execução de exercícios com intensidade acima do limiar anaeróbio, alternados com períodos de recuperação em baixa intensidade (LAURSEN, 2010). Este modelo de esforço é eficaz para aprimorar o desempenho aeróbio e anaeróbio em um curto período de tempo (ZIEMANN et al., 2011), além de proporcionar outros benefícios fisiológicos, como diminuição da tolerância à glicose geral e tecido específico (COCKCROFT et al., 2019), aumento da capacidade de *buffering* (BANGSBO et al., 2007), bem como aprimoramento do sistema cardiovascular (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Considerando a relação entre esforços exigidos no futebol, com ações de altas e baixas intensidades, e as pausas subsequentes, é possível compreender a dinâmica do jogo, assim, qualificando a prescrição do treinamento a fim de contemplar as necessidades da modalidade (SILVA, MARINS, 2015).

No cenário atual, apesar do HIIT estar entre as tendências mundiais (THOMPSON, 2018) e das fortes evidências encontradas na literatura sobre os ajustes e benefícios metabólicos decorrentes da sua prática, há quantidade reduzida de evidências científicas que relatam os efeitos desse modelo de treino na força muscular (BUCKLEY et al., 2015; ANDROULAKIS-KORAKAKIS et al., 2018), que é uma das valências físicas mais importantes no cotidiano de atletas de futebol (LOTURCO et al., 2018). Porém, as informações disponíveis ainda são adversas. Segundo Astorino et al. (2012), o HIIT não apresenta impacto significativo nos indicadores de força muscular. Sendo assim, a adição de um

programa de treino de força envolvendo grandes grupos musculares a um programa de HIIT poderia ser oportuno para otimizar também a função muscular (MCRAE et al., 2012); contudo, a demanda de tempo poderia influenciar na adesão dos praticantes (ASTORINO et al., 2012).

Tradicionalmente, o HIIT é realizado com exercício único; no entanto, uma variação recente, denominada HIIT-multimodal (HIIT-MM), integra diferentes modelos de exercícios no mesmo período de esforço (BUCKLEY et al., 2015). Este modelo de esforço é composto por diferentes estímulos cíclicos em alta intensidade, juntamente com exercícios resistidos, que são realizados de forma sequencial, podendo sua realização se dar de forma contínua (MYERS et al., 2015) ou intervalada (MCRAE et al., 2012) e visam ao aumento de resistência, força e com aprimoramento de parâmetros metabólicos. Buckley et al. (2015) conduziram estudo com aplicação do HIIT-MM, o qual foi comparado ao HIIT tradicional, realizado em remoergômetro. O protocolo de HIIT-MM, aplicado em mulheres ativas, era constituído de 6 estímulos *all-out* de 1 min, com intervalos passivos de 3 min entre esforços. O protocolo de esforço incorporava exercício força e de condicionamento dentro da mesma sessão de treino e, de forma intercalada, visava combinar os múltiplos benefícios dos estímulos proporcionados, já que o HIIT tradicional utiliza um mesmo modelo de esforço (unimodal) durante toda sessão. Ao término do trabalho, os autores concluíram que, em ambos protocolos, os benefícios aeróbios e anaeróbios foram semelhantes, contudo, o grupo que fez uso do HIIT-MM também apresentou aumento significativo em força muscular, potência e resistência.

Apesar do aumento da quantidade de estudos acerca da descrição do perfil antropométrico (MOREIRA et al., 2017), físico e de destreino subsequente ao HIIT (LOPES et al., 2015), a relação entre essas variáveis parecem limitadas quando se trata de efeitos agudos, crônicos e efeito duradouro pós-treinamento, principalmente referente a modalidades coletivas, como o futebol.

Apesar do aumento na quantidade de estudos sobre os impactos do HIIT realizado de modo unimodal em variáveis antropométricas (MOREIRA et al., 2017) e de desempenho físico (LOPES et al., 2015), a literatura científica carece de aprofundamento de dados acerca do HIIT-MM, uma vez que este modelo de treinamento é relativamente recente no âmbito acadêmico (BUCKLEY

et al., 2015; BROWN et al., 2018), o que acaba acarretando em informações metodológicas limitadas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Mensurar os efeitos do HIIT-MM e do treinamento de força tradicional da modalidade em variáveis antropométricas e de desempenho físico em jovens atletas de futebol.

1.2.2 Objetivos específicos

Comparar os impactos crônicos (32 sessões) de HIIT-MM e do treinamento de força tradicional em variáveis relacionadas à antropometria e desempenho físico, a saber:

1.2.2.1 Quantificar valores referentes à antropometria (pré x pós intervenção):

- a) Percentual de gordura corporal (%GC);
- b) Massa corporal, e;
- c) Estatura.

1.2.2.2 Mensurar variáveis de desempenho físico (pré x pós intervenção):

- a) Força máxima;
- b) Máxima velocidade de *sprint*;
- c) Potência de membros inferiores;
- d) Altura de salto;
- e) Resistência aeróbia máxima.

1.3 REFERÊNCIAS

ANĐELKOVIĆ, Marija et al. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. **Journal of medical biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 460-466, 2015.

LOTURCO, Irineu et al. Acceleration and speed performance of Brazilian elite soccer players of different age-categories. **Journal of human kinetics**, v. 64, n. 1, p. 205-218, 2018.

DAL PUPO, Juliano et al. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 12, n. 4, 2010.

ŚLIWOWSKI, R. et al. Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. **Biology of sport**, v. 30, n. 2, p. 137, 2013.

BROWN, Elise C. et al. The Impact of Different High-Intensity Interval Training Protocols on Body Composition and Physical Fitness in Healthy Young Adult Females. **BioResearch open access**, v. 7, n. 1, p. 177-185, 2018.

ASTORINO, Todd A. et al. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 138-145, 2012.

ANDROULAKIS-KORAKAKIS, Patroklos et al. Effects of exercise modality during additional “high-intensity interval training” on aerobic fitness and strength in powerlifting and strongman athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 450-457, 2018.

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

LAURSEN, Paul B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 1-10, 2010.

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.313–38, 2013a.

ZIEMANN, Ewa et al. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 1104-1112, 2011.

COCKCROFT, Emma J. et al. The effects of two weeks high-intensity interval training on fasting glucose, glucose tolerance and insulin resistance in adolescent boys: a pilot study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 29, 2019.

BANGSBO, Jens; IAIA, Fedon Marcello; KRUSTRUP, Peter. Metabolic response and fatigue in soccer. **International journal of sports physiology and performance**, v. 2, n. 2, p. 111-127, 2007.

SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Proposta de bateria de testes físicos para jovens jogadores de futebol e dados normativos. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 7, n. 1, p. 13-19, 2015.

THOMPSON, Walter R. Worldwide survey of fitness trends for 2019. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 22, n. 6, p. 10-17, 2018.

BUCKLEY, Stephanie et al. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1157-1162, 2015.

MCRAE, Gill et al. Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1124-1131, 2012.

MYERS, Terrence R. et al. Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592-1600, 2015.

LOPES, Charles Ricardo et al. O efeito do período competitivo e novo ciclo de periodização nas capacidades físicas de jogadores de futebol. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 3, n. 9, 2012.

2 Projeto de Pesquisa
(Rousseau Silva da Veiga)

Rousseau Silva da Veiga

**Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-
multimodal em jovens atletas de futebol.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, da Escola Superior de Educação Física, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro

Co-orientador: Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

Pelotas, 2020

Rousseau Silva da Veiga

Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 01/10/2020

Banca examinadora:

Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro (orientador)
Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore
Doutor em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof^a. Dr^a. Cristine Lima Alberton
Doutora em Ciências do Movimento Humano pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Sumário

1.	INTRODUÇÃO	12
1.1	Justificativa.....	15
1.2	Objetivo	15
1.2.1	Objetivo geral	15
1.2.2	Objetivos específicos	15
2.	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Exercício intermitente de alta intensidade	16
2.2	Exercício intervalado de alta intermitente em modalidades coletivas	18
2.3	Exercício intermitente de alta intensidade no futebol	21
2.4	Exercício intermitente de alta intensidade multimodal	23
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	Tipo de pesquisa e variáveis	26
3.2	Aspectos éticos da pesquisa	26
3.3	Descrição da amostra	26
3.4	Delineamento experimental	27
3.4.1	Protocolo HIIT-multimodal	28
3.4.2	Protocolo treinamento de força tradicional	29
3.5	Procedimentos de coletas	29
3.5.1	Avaliação antropométrica	29
3.5.2	Avaliação de desempenho físico	30
3.5.2.1	Força máxima	30
3.5.2.2	Máxima velocidade de <i>sprint</i>	30
3.5.2.3	Altura de salto	31
3.5.2.4	Potência de membros inferiores	31
3.5.2.5	Resistência aeróbia	31
3.6	Análise de dados	32

4.	CRONOGRAMA	33
5.	ORÇAMENTO	34
6.	REFERÊNCIAS	35
7.	APÊNDICES	44
7.1	Termo de assentimento livre e esclarecido	42
7.2	Termo de consentimento livre e esclarecido	43
7.3	Anamnese	44
7.4	Planejamento de treinamento de força	46
7.5	Planejamento de treinamento HIIT-multimodal	47

1. INTRODUÇÃO

O futebol é caracterizado como de natureza intermitente, devido à alternância de esforços de alta e baixa intensidade (ANĐELKOVIĆ et al., 2015). Entre atletas da categoria sub-17, o jogo tem dois tempos de 40 minutos (min), com intervalo de 10 min entre eles e, durante a disputa, são requisitadas diversas capacidades físicas, como aptidão aeróbia e anaeróbia, força, velocidade e potência (LOTURCO et al., 2018). Devido à natureza acíclica dos esforços intermitentes de alta intensidade, o futebol apresenta predominância energética aeróbia, relevante para períodos de ressíntese de fosfocreatina (PCr) e para compor o aporte energético das ações ao decorrer do jogo, sendo complementado pelo metabolismo anaeróbio (lático e alático), visto a sua participação fundamental em ações de alta intensidade, como, durante a realização de um contra-ataque (DAL PUPO et al., 2010). Destacam-se, portanto, variáveis da aptidão física essenciais para o desempenho competitivo, as quais são integradas, mas podem ser pedagogicamente divididas em componentes metabólicos, como potência aeróbia e capacidade anaeróbia, e componentes neuromusculares, como resistência muscular, força e potência (ŚLIWOWSKI et al., 2013).

De modo associado, uma ferramenta possível para que o desenvolvimento de maneira sistemática das variáveis supracitadas seja alcançado, aponta-se os exercícios intervalados de alta intensidade (HIIT) (ENGEL et al., 2018). O HIIT consiste na execução de exercícios com intensidade acima do limiar anaeróbio, alternados com períodos de recuperação ativa ou passiva (LAURSEN, 2010). Além disso, pode ser estruturado com esforços de curta (<45s) ou longa (2-4 min) duração (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a), variando de acordo com os resultados pretendidos pelo planejamento. Este modelo de esforço é eficaz para aprimorar o desempenho aeróbio e anaeróbio em um curto período de tempo (ZIEMANN et al., 2011), além de proporcionar outros benefícios fisiológicos, como diminuição da tolerância à glicose geral e tecido específico (COCKCROFT et al., 2019), aumento da capacidade de *buffering* (BANGSBO et al., 2007), bem como aprimoramento do sistema cardiovascular (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Considerando a relação entre esforços exigidos no futebol, com ações de altas e baixas intensidades, e as pausas subsequentes, é possível compreender a dinâmica do jogo, assim,

qualificando a prescrição do treinamento a fim de contemplar as necessidades da modalidade (SILVA, MARINS, 2015).

No cenário atual, apesar do HIIT estar entre as tendências mundiais (THOMPSON, 2018) e das fortes evidências encontradas na literatura sobre os ajustes e benefícios metabólicos decorrentes da sua prática, há quantidade reduzida de evidências científicas que relatam os efeitos desse modelo de treino na força muscular (BUCKLEY et al., 2015; ANDROULAKIS-KORAKAKIS et al., 2018), que é uma das valências físicas mais importantes no cotidiano de atletas de futebol (LOTURCO et al., 2018). Porém, as informações disponíveis ainda são adversas. Segundo Astorino et al. (2012), o HIIT não apresenta impacto significativo nos indicadores de força muscular. Sendo assim, a adição de um programa de treino de força envolvendo grandes grupos musculares a um programa de HIIT poderia ser oportuno para otimizar também a função muscular (MCRAE et al., 2012); contudo, a demanda de tempo poderia influenciar na adesão dos praticantes (ASTORINO et al., 2012).

Tradicionalmente, o HIIT é realizado com exercício único; no entanto, uma variação recente, denominada HIIT-multimodal (HIIT-MM), integra diferentes modelos de exercícios no mesmo período de esforço (BUCKLEY et al., 2015). Este modelo de esforço é composto por diferentes estímulos cíclicos em alta intensidade, juntamente com exercícios resistidos, que são realizados de forma sequencial, podendo sua realização se dar de forma contínua (MYERS et al., 2015) ou intervalada (MCRAE et al., 2012) e visam ao aumento de resistência, força e com aprimoramento de parâmetros metabólicos. Buckley et al. (2015) conduziram estudo com aplicação do HIIT-MM, o qual foi comparado ao HIIT tradicional, realizado em remoergômetro. O protocolo de HIIT-MM, aplicado em mulheres ativas, era constituído de 6 estímulos *all-out* de 1 min, com intervalos passivos de 3 min entre esforços. O protocolo de esforço incorporava exercício força e de condicionamento dentro da mesma sessão de treino e, de forma intercalada, visava combinar os múltiplos benefícios dos estímulos proporcionados, já que o HIIT tradicional utiliza um mesmo modelo de esforço (unimodal) durante toda sessão. Ao término do trabalho, os autores concluíram que, em ambos protocolos, os benefícios aeróbios e anaeróbios foram semelhantes, contudo, o grupo que fez uso do HIIT-MM também apresentou aumento significativo em força muscular, potência e resistência.

Apesar do aumento da quantidade de estudos acerca da descrição do perfil antropométrico (MOREIRA et al.,2017), físico e de destreino subsequente ao HIIT (LOPES et al., 2015), a relação entre essas variáveis parecem limitadas quando se trata de efeitos agudos, crônicos e efeito duradouro pós-treinamento, principalmente referente a modalidades coletivas, como o futebol.

Apesar do aumento na quantidade de estudos sobre os impactos do HIIT realizado de modo unimodal em variáveis antropométricas (MOREIRA et al.,2017) e de desempenho físico (LOPES et al., 2015), a literatura científica carece de aprofundamento de dados acerca do HIIT-MM, uma vez que este modelo de treinamento é relativamente recente no âmbito acadêmico (BUCKLEY et al., 2015; BROWN et al., 2018), o que acaba acarretando em informações metodológicas limitadas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Entende-se que a compreensão acerca dos desdobramentos oriundos do processo de treinamento físico é ponto fundamental para o êxito no futebol (BENÍTEZ-FLORES et al., 2019). Por outro lado, pouco se sabe sobre os efeitos do HIIT-MM na modalidade, ao passo que os trabalhos disponíveis que se aproximam desse modelo de esforço tinham amostras composta por mulheres não atletas (BUCKLEY et al., 2015; BROWN et al., 2018), o que pode comprometer a validade externa das ações, considerando que as demandas físicas observadas, e necessárias em outras investigações, são diferentes das que são requeridas pela amostra do presente estudo.

Ademais, considerando que existem informações neste sentido com o HIIT realizado de forma tradicional (BRAVO et al., 2008), torna-se importante aprofundar o conhecimento referente à especificidade de novos modelos de esforço intermitente, a fim de refutar ou confirmar a possibilidade de implementação dos mesmos para o futebol. Além disso, confrontar informações acerca HIIT-MM parece ser relevante, visto que, ao que parece, existem benefícios adicionais quando a combinação de estímulos está inserida na estruturação da sessão, como aumento da força, potência e resistência (BUCKLEY et al., 2015). Sugere-se, ainda, a investigação de ferramentas de baixo custo, de fácil utilização e otimização de tempo, o que é escasso na modalidade, tornando o HIIT-MM uma possibilidade em potencial.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Mensurar os efeitos do HIIT-MM e do treinamento de força tradicional da modalidade em variáveis antropométricas e de desempenho físico em jovens atletas de futebol.

1.2.2 Objetivos específicos

Comparar os impactos crônicos (32 sessões) de HIIT-MM e do treinamento de força tradicional em variáveis relacionadas à antropometria e desempenho físico, a saber:

1.2.2.1 Quantificar valores referentes à antropometria (pré x pós intervenção):

- a) Percentual de gordura corporal (%GC);
- b) Massa corporal, e;
- c) Estatura.

1.2.2.2 Mensurar variáveis de desempenho físico (pré x pós intervenção):

- a) Força máxima;
- b) Máxima velocidade de *sprint*;
- c) Potência de membros inferiores;
- d) Altura de salto;
- e) Resistência aeróbia máxima.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Exercício intermitente de alta intensidade*

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é um método de treinamento caracterizado pela intermitência de estímulos realizados acima do limiar anaeróbio, com períodos subsequentes de atividades de baixa intensidade ou de recuperação passiva (ANĐELKOVIĆ et al., 2015; DEL VECCHIO et al., 2013). Sua utilização data do início do século XX, quando atletas de renome em provas de corrida, de média e longa distância, já empregavam o HIIT em suas rotinas de treino, como os campeões olímpicos Pavo Nurmi e Hannes Kolehmaines (GIBALA, 2013). Contudo, a popularização deste tipo de treinamento ocorreu nos anos 50, quando o campeão das provas de 5.000 metros rasos, 10.000 metros rasos e da maratona nos Jogos Olímpicos de 1952, Emil Zatopek, incorporou o HIIT em suas sessões de treinamento (BILLAT, 2001).

A razão existente por trás dos resultados obtidos com programas de HIIT, é que estes apresentam maior acúmulo de tempo de atividade vigorosa ao longo do treino, quando comparados àqueles com exercícios de intensidades constantes até a exaustão e, muitas vezes, fazendo uso de sessões de treinamento curtas, o que tem sido apontado na literatura científica como “*time efficiency*” (DEL VECCHIO et al., 2013; KELLY et al., 2018). Desta maneira, os protocolos de HIIT podem alcançar níveis de intensidade submáximas, máximas ou, até mesmo, supramáximas, provocando um maior estresse no sistema metabólico e muscular (BUCHHEIT, LAURSEN, 2013b). Em protocolos submáximos, são empregados estímulos realizados próximos a 90% da intensidade associada ao consumo máximo de oxigênio (iVO_{2max}), realizados acima do segundo limiar ventilatório (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Já os exercícios intervalados máximos, são realizados a 100% da iVO_{2max} , enquanto os supramáximos, também conhecidos como “*all-out*”, se caracterizam pela exigência do maior grau de intensidade possível, ou, então, são protocolos desenvolvidos com o intuito de propor, com base em parâmetros identificados em avaliações prévias, demandas de intensidade superiores às máximas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b).

Essas formas de realização de HIIT podem ser subdivididas de acordo com algumas características do protocolo executado. Por exemplo, quando

estruturados em blocos de esforços curtos (<45s), frequentemente o termo “HIIT-curto” aparece (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b). Porém, quando os estímulos são realizados entre 2-4min, a nomenclatura “HIIT-longo” tende a ser utilizada (GIBALA et al., 2013). Outra variação do HIIT, frequentemente encontrada na literatura científica, é o Treinamento de *Sprints* Intervalados (*Sprints Interval Training*; SIT), que faz a utilização de *sprints all-out* seguidos de períodos prolongados de repouso. Contudo, quando o conjunto de esforços são realizados de forma supramáxima, e apresentam tempo de repouso reduzido, os mesmos são denominados de Treinamento de *Sprints* Repetidos (*Repeated Sprint Training*; RST) (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; GIBALA et al., 2013). Destaca-se que, independentemente do tipo de HIIT realizado, tradicionalmente as sessões têm natureza unimodal, ou seja, realizado com um único modelo de exercício durante todo o período de esforço (GIBALA et al., 2013).

Ademais, uma forma recente, e ainda em aperfeiçoamento, de treinamento intermitente de alta intensidade é o HIIT-multimodal (HIIT-MM), que integra modelos de exercícios distintos em um mesmo bloco de esforço (ANDROULAKIS-KORAKAKIS, 2018; BUCKLEY et al., 2015; BROWN et al., 2018). Este modelo de esforço pode ser composto por diferentes estímulos com implementos, ou apenas peso corporal, juntamente com exercícios resistidos, que são realizados de intermitente e visam ao aumento de resistência, força, com ajustes metabólicos positivos (MCRAE et al., 2012).

2.2 Exercício intermitente de alta intensidade em modalidades coletivas

Com o avanço acerca das informações, tanto no desenvolvimento de periodização, quanto aos aspectos ligados ao aumento de performance, o HIIT passou a ser uma ferramenta capaz de potencializar o processo de treinamento esportivo (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b). Atualmente, é amplamente utilizado em diferentes modalidades coletivas, como futebol (BUJALANCE-MORENO et al., 2018, 2019), handebol (VIAÑO-SANTASMARINAS et al., 2018), basquetebol (ASCHENDORF et al., 2019) e rugby (READ et al., 2018).

Tratando sobre futebol, em metanálise elaborada por Kunz et al. (2019) foram examinados resultados provenientes de 9 estudos experimentais que, juntos, abrangeram um total de 232 atletas juvenis da modalidade, e tinham como objetivo investigar o efeito de diferentes modelos de esforço realizados em

alta intensidade. Estes estudos incluídos, baseavam-se em protocolos de *sprints* repetidos e jogos reduzidos (mini-jogos). Como resultados, apontou-se que ambos promoveram melhoras similares no VO_{2max} e na velocidade aeróbia, o que mostra efeito positivo da alta intensidade na aptidão física, bem como a sua aplicabilidade em diferentes modelos de treinamento direcionados ao futebol. Entretanto, os resultados da metanálise indicam baixo impacto em variáveis neuromusculares, gerando pouco, ou nenhum, ganho de força. Apesar disso, esses achados possuem alta relevância prática, dado que sugere benefícios da implementação dos exercícios realizados de forma intensa na fase pré competitiva, buscando aprimoramento nos valores de VO_{2max} , ou na alta temporada, tornando o treinamento mais específico e próximo às demandas reais de jogo, podendo alinhar sessões de treinamento físico e técnico (KUNZ et al., 2019).

Em um outro estudo, este conduzido por Hermassi et al. (2017), compreendendo a importância da força e velocidade para o handebol, os autores buscaram investigar, os efeitos do treinamento combinado (HIIT + força; n=12) e de um protocolo de SIT (n=10), em 22 homens, duas vezes por semana durante oito semanas ininterruptas, paralelamente ao treinamento específico da modalidade. Para que fosse possível comparar os dois modelos de treinamento, previamente à intervenção, foram aferidos valores de desempenho físico (*sprint* 5m, teste de 1RM, SJ, CMJ, e teste de agilidade), antropometria (massa corporal, %GC) e hipertrofia de membros inferiores. Ao analisarem os resultados obtidos, verificou-se que o grupo que realizou o treinamento combinado apresentou efeitos positivos em todas variáveis supracitadas. Contudo, no grupo que foi submetido ao programa de SIT, apenas foi encontrada melhora no *sprint* 5m. Esse apontamento sugere que é interessante a implementação de um programa de treinamento de força adicional ao SIT, o que possibilitaria maior abrangência no que se refere às capacidades atléticas solicitadas no alto desempenho da modalidade estudada (HERMASSI et al., 2017).

Indo ao encontro destes resultados, com o intuito de avaliar o efeito de 5 semanas (2 sessões semanais) de HIIT na aptidão aeróbia, Aschendorf et al. (2019) avaliaram 24 atletas amadores de basquetebol, em que houve randomização e alocação em grupo de treinamento (HIIT; n=11) e grupo controle (treino específico de basquetebol; n=13). Os achados indicam que, no grupo

treinamento teve melhora de 26% no VO₂max, enquanto o grupo controle apresentou decréscimo de -6,8%. Contudo, no grupo treinamento não foram apontados ganhos de performance em *sprint* com ou sem bola, sendo que, no grupo controle, o desempenho no *sprint* com bola diminuiu significativamente. Ainda, não foram encontradas diferença entre os grupos para SJ, CMJ e salto horizontal. Deste modo, assim como na pesquisa realizada por Kunz et al. (2019), o HIIT foi eficiente para o desenvolvimento da aptidão aeróbia, contudo, gerou baixo impacto em variáveis neuromusculares, o que indica a necessidade de treinos específicos para força, viabilizando que um maior conjunto de capacidades físicas exigidas durante o jogo seja contemplado.

Considerando que a combinação entre HIIT e exercício de força tem sido sugerida há certo tempo, devido ausência de ganhos neuromusculares (ASTORINO et al., 2012), Robineau et al. (2017) propuseram uma pesquisa na qual o objetivo era investigar dois modelos de intervalados de alta intensidade combinados com o exercício de força em uma mesma sessão. Para tal, os pesquisadores selecionaram 36 jogadores amadores de rugby *sevens*, e os mesmos foram aleatoriamente distribuídos em três grupos: i) força + HIIT curto (INT); ii) força + SIT (SIT) ou; iii) somente força (CON), todos com 8 semanas de prática. Para que fosse possível verificar as diferenças entre os grupos, foram realizados testes de força máxima, potência, salto vertical, VO₂max, velocidade aeróbia máxima e *sprint*. Após o período de treinamento, a partir de inferência baseada em magnitude e tamanho do efeito, este estudo revelou ganhos substanciais na força máxima e salto vertical em todos os grupos. Entretanto, o VO₂max e velocidade de *sprint* apresentou magnitude de ganho maior apenas no grupo SIT, apesar deste grupo ter mostrado ganho de potência menor do que o grupo CON. Assim, os autores puderam indicar que existem ganhos em parâmetros neuromusculares quando o treinamento de força é adicionado ao HIIT. Contudo, a demonstração na queda de potência do grupo SIT frente ao CON, sugere que possa haver interferência do treino de força, o que acaba chamando atenção para novos estudos.

Face às considerações acima, denota-se que, embora o HIIT apresente ganhos neuromusculares triviais, o mesmo é altamente eficiente no que diz respeito à aptidão física e a habilidade de repetir *sprints*. Ademais, parece uma estratégia atraente para modalidades coletivas, visto a viabilidade de aplicação

em grandes grupos de forma concomitante, o que otimiza o tempo disponível para treinamento que, dependendo da fase competitiva, é extremamente pequeno.

2.3 Exercício intermitente de alta intensidade no futebol

Os trabalhos científicos tratando de futebol ao longo dos últimos anos têm destacado a natureza intermitente dos esforços para caracterizar esta modalidade esportiva coletiva (BUJALANCE-MORENO et al., 2018; ARAZI et al., 2017; DELLAL et al., 2010). Visto isso, diversos pesquisadores e treinadores têm visto o HIIT como um modelo de treinamento em potencial, considerando que o mesmo também possui característica intermitente, o que possibilita recriar as demandas reais de esforço e pausa (E:P) encontradas durante os jogos (BANGSBO, 2007; DELLAL et al., 2010). Ademais, observando que as adaptações ao treinamento são induzidas devido ao estresse fisiológico imposto aos atletas, a intensidade do exercício é considerada uma das principais variáveis a serem manipuladas durante esse processo (FANCHINI et al., 2011).

Em virtude disso, Fanchini et al. (2011) buscaram investigar uma possível relação entre aumento do tempo de esforço e seu efeito na intensidade, além de seu impacto em ações técnicas durante a realização de mini-jogos 3 contra 3. Sendo assim, 19 atletas profissionais de futebol foram submetidos a três sessões experimentais randomizadas, em que cada uma possuía tempo de esforço distinto (2, 4 e 6 min), intervalados por 4 min de recuperação passiva. Ao final do estudo, foi apontado que o aumento na duração da sessão resultou em diminuição da intensidade apenas entre os mini-jogos de 4 e 6 min. No entanto, a duração dos mini-jogos não influenciou nas ações técnicas observadas, indicando que durante a prática, treinadores podem utilizar esforços em alta intensidade próximos aos 6 min, sem que haja comprometimento da técnica requerida pela modalidade.

Ainda na busca por maior compreensão dos efeitos de diferentes intensidades, Bravo et al. (2008) conduziram um estudo de 8 semanas envolvendo HIIT longo e RST. Para isso, foram arrolados 42 participantes aleatoriamente designados para os grupos HIIT (4 x 4 min a 90 - 95% da FC máxima; n = 21) ou grupo de RST (3 x 6 *sprints all-out* de 40 m, com recuperação passiva de 20 seg; n = 21). Como resultados, foram encontradas melhoras no

VO₂max em ambos os grupos, entretanto o grupo HIIT apresentou valores ligeiramente superiores (6,6%) frente ao grupo RST (5%). Aumento na resistência aeróbia, inferido por teste incremental de esforço máximo, também foi encontrado nos dois grupos, contudo, substancialmente maior no grupo RST (28%) do que no grupo HIIT (20%). Ademais, no RST foi observado melhora na habilidade de repetir *sprints* (2,1%), sem diferenças no grupo HIIT. Todavia, nenhum dos modelos de esforço utilizados no estudo foi capaz de induzir aprimoramento em variáveis neuromusculares, como SJ, CMJ e potência de membros inferiores. Estes achados sugerem que programas de HIIT são extremamente atraentes para induzir adaptações aeróbias satisfatórias para atletas de futebol, sendo que, entre os protocolos investigados, RST parece ser ainda mais adequado quando comparado ao HIIT longo.

Outro aspecto de extrema importância para o futebol é a aptidão anaeróbia, devido à necessidade de energia proveniente dos sistemas ATP-CP e glicolítico para execução de ações técnicas da modalidade, como chutar, saltar e cabecear (MOHR et al., 2005; BANGSBO et al., 2007). Com o treinamento de forma sistemática, em testes máximos, é possível visualizar maior acúmulo de lactato sanguíneo [LAC] que, de modo crônico, sugere aumento na capacidade de o corpo realizar trabalhos com níveis mais baixos de pH (BANGSBO et al., 2007). Ademais, também é possível identificar aumento no tempo de esforço até o pico [LAC], o que aponta que há menor necessidade de fontes energéticas anaeróbias e maior atuação aeróbia, o que é interessante, visto que esta última tem capacidade de produção de ATP em maior quantidade por unidade de tempo (BALDI et al., 2016). Sporis et al. (2008), em uma pesquisa de 8 semanas com atletas de futebol profissional, identificaram que protocolo de HIIT (4 x 4min a 90-95% da FC máxima, três vezes semanais) podia aumentar os valores de pico [LAC] em 14,1%, o que expõe o benefício da utilização de programas intervalados de alta intensidade durante o processo de treinamento da modalidade.

Apesar de reconhecidos os benefícios da implementação do HIIT no processo de treinamento do futebol, dados acerca do uso desse modelo de exercício parecem variar de modo amplo, possivelmente devido às diferenças na estruturação dos protocolos, considerando que as características do mesmo podem influenciar no desfecho da sessão (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

Deste modo, entende-se a que a compreensão dos diferentes efeitos do treinamento a ser investigado no presente estudo (HIIT-MM) é necessária para o pleno entendimento do mesmo, considerando que o comportamento do destreio em modelos de esforço distintos não é uniforme, e isso deve ser ponderado no processo de planejamento e organização do calendário competitivo.

2.4 Treinamento intervalado de alta intensidade multimodal

A busca pelo aumento de performance é uma necessidade constante no meio esportivo, tanto para profissionais quanto jovens atletas (LOTURCO et al., 2018). Visando isto, com o passar do tempo, houve o surgimento de diferentes métodos de treinamento para que fosse possível o aprimoramento das diferentes variáveis da aptidão física (GIBALA, 2013; ENGEL et al., 2018). Entretanto, no esporte de rendimento, devido ao calendário competitivo extenso, fazem-se necessárias estratégias que viabilizem este aprimoramento em um curto período de tempo, de modo que se trabalhe de maneira concomitante o maior grupo dessas valências físicas possível, sem que haja interferência entre o desenvolvimento das mesmas e, também, sem apresentar riscos às condições clínicas do atleta (OWEN et al., 2015).

Considerando isso, o HIIT vem ganhando cada vez mais espaço no cenário mundial, devido aos seus efeitos positivos frente ao condicionamento físico (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; THOMPSON, 2018). Entretanto, este modelo de treinamento é comumente encontrado nos planejamentos durante a pré-temporada, mas com o decorrer do calendário competitivo, isso vai deixando de acontecer e os atletas passam a realizar menores períodos de treinamento de alta intensidade, gerando impacto direto ao aprimoramento da aptidão física (OLIVEIRA et al., 2019). Uma das causas possíveis para tal ocorrência está associada ao baixo impacto neuromuscular do HIIT, o que acaba gerando níveis pouco satisfatórios na força muscular (ASTORINO et al., 2012). Contudo, uma variação recente do HIIT, denominada HIIT-MM, tem aparecido e chamado a atenção da comunidade científica, apresentando-se como uma maneira eficiente para o desenvolvimento de parâmetros metabólicos e neuromusculares (BUCKLE et al., 2015).

Buscando compreender mais sobre esse novo modelo de treinamento, Buckley et al. (2015) envolveram 28 mulheres ativas em um estudo com 6 semanas de intervenção. A amostra foi aleatoriamente randomizada em dois grupos: ROW-HIIT, que realizava sessão unimodal com emprego de remo ergômetro (6x 1min *all-out* : 3min) e; HIIT-MM, que tinha a mesma estruturação da sessão, entretanto, durante o período de esforço, era realizado 6-8 repetições de exercício de força, 8-10 repetições de exercício acessório e, até o término do bloco, ocorria a realização de exercício com alta requisição metabólica. Como resultados, observou-se ROW-HIIT e HIIT-MM apresentaram melhoras similares em potência aeróbia máxima (7% vs. 5%), limiar anaeróbio (13% vs. 12%), limiar de compensação respiratória (7% vs. 5%), potência anaeróbia (15% vs. 12%) e capacidade anaeróbia (18% vs. 14%). Além disto, enquanto o grupo ROW-HIIT não apresentou ganhos significativos em parâmetros neuromusculares, o HIIT-MM apresentou aumento significativo ($p < 0,01$ para todos) nos valores de repetições máximas no agachamento (39%), supino (27%), levantamento terra (18%), distância do salto (6%) e resistência de agachamento (280%). Esses achados sugerem haver adaptações neuromusculares atraentes, quando empregado o HIIT-MM, mesmo que os mecanismos pelos quais eles ocorrem ainda carecer de maiores desdobramentos.

Mais recentemente, Brown et al. (2018) investigaram mulheres saudáveis por um período de 12 semanas, utilizando a mesma estruturação de sessão sugerida por Buckley et al. (2015) (6-8 repetições de exercício de força, 8-10 repetições de exercício acessório e, até o término do bloco), porém, com uma maior variação de exercícios. Ao final do estudo, os pesquisadores apontaram que, no grupo como um todo, houve redução significativa no percentual de gordura corporal total e aumento da massa corporal total, massa magra, conteúdo mineral ósseo, VO_{2max} , altura de salto, além de melhores resultados em teste de uma repetição máxima (1RM) usando supino, agachamento e levantamento-terra. Entretanto, o HIIT-MM proporcionou aumento de performance no teste de 1RM no levantamento-terra maior que no grupo de ROW-HIIT.

Considerando às informações oriundas dos estudos supracitados, esse método pode ser uma estratégia eficiente para atletas de modalidades coletivas,

considerando que o aprimoramento de capacidades físicas é de extrema importância para o sucesso competitivo (LOTURCO et al., 2018).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de pesquisa e variáveis

O presente estudo apresenta uma abordagem experimental, com randomização, grupo controle e cegamento de amostra. Como variável independente será considerado o modelo de treinamento. Como variáveis dependentes serão consideradas àquelas relacionadas à antropometria e ao desempenho físico.

3.2 Aspectos éticos da pesquisa

Os princípios éticos deste estudo foram pautados na resolução CONFEF nº 056/2003, referente ao Código de Ética do Profissional de Educação Física (RESOLUÇÃO 251, 1997). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Pelotas (parecer registrado sob o protocolo #3.536.069). Os riscos e benefícios do estudo foram apresentados a todos os jovens envolvidos, os quais deviam ler e assinar o termo de assentimento livre e esclarecido (TALE; APÊNDICE I) para a continuidade de sua participação. O mesmo ocorreu com seus responsáveis legais, que também leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE; APÊNDICE II).

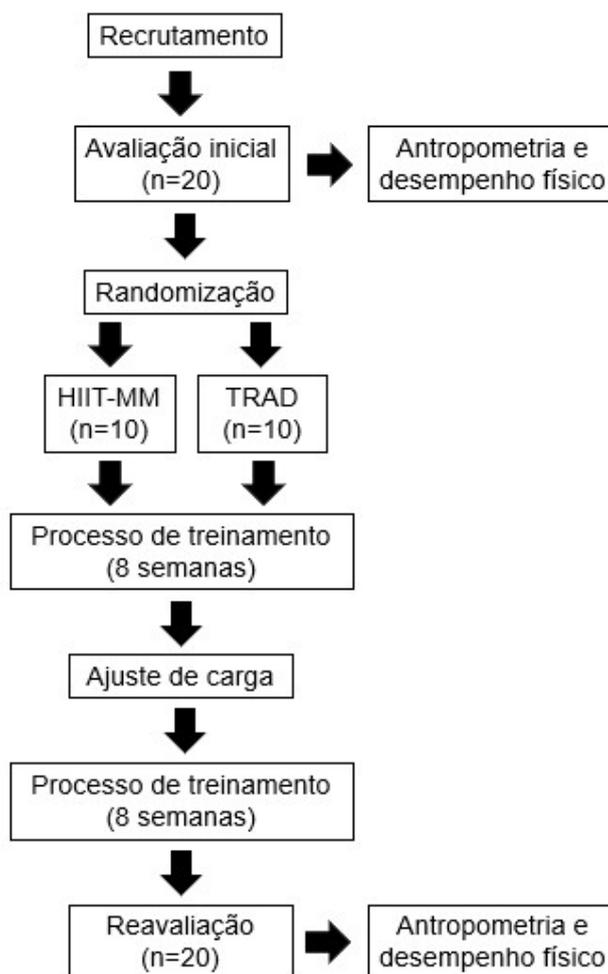
3.3 Descrição da amostra

A amostra foi composta por 20 jovens do sexo masculino, com idades entre 15 e 17 anos, que compõem o plantel de uma equipe de futebol da cidade de Pelotas/RS. Para inclusão no estudo, o sujeito deveria estar incluso no grupo há, no mínimo, 3 meses ininterruptos, bem como possuir assiduidade superior de 85% nos treinos do mês prévio à intervenção. Foram excluídos todos aqueles que, durante a anamnese inicial (APÊNDICE III), apresentaram limitações funcionais decorrentes de lesão pregressa que impossibilitasse a realização dos exercícios, não completassem a bateria de avaliações, relatassem doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias e outras doenças crônicas não-transmissíveis que impedisse sua participação no estudo. O recrutamento ocorreu por meio de conveniência, através de convite verbal, devido ao vínculo institucional já existente.

3.4 Delineamento experimental

O desenho do presente estudo se deu conforme a figura 1. Uma vez selecionados, os atletas que compuseram a amostra passaram por uma avaliação inicial, com medidas antropométricas (estatura, massa corporal e %GC) e avaliações de desempenho físico (teste de 10 RM, *sprint* 10 e 20 m, potência de membros inferiores, SJ, CMJ e Yo-Yo level 1). Nesta etapa ocorreu a assinatura do TALE, bem como preenchimento da anamnese inicial. Após esta fase, houve a randomização da amostra em blocos de 2 sujeitos, a saber: grupo intervenção (HIIT-MM; n=10), que passou pelo treinamento HIIT-MM; e o grupo controle, que efetuou treinamento de força tradicional da modalidade (TRAD; n=10). De modo prévio ao processo de treinamento, três sessões de familiarização foram realizadas com ambos os grupos, cujo os exercícios empregados correspondem aqueles utilizados durante a intervenção. Após estas sessões, os grupos deram início ao processo de treinamento que teve duração de 16 semanas, com dois encontros semanais, totalizando 32 sessões. Ao final do período, houve a realização de uma nova bateria de avaliações antropométricas e de desempenho físico para ambos os grupos, a fim de identificar possíveis efeitos de cada programa de treinamento oferecido aos componentes da amostra.

Figura 1 – Delineamento experimental do estudo.



*HIIT-MM, grupo HIIT-multimodal; TRAD, grupo treinamento de força tradicional

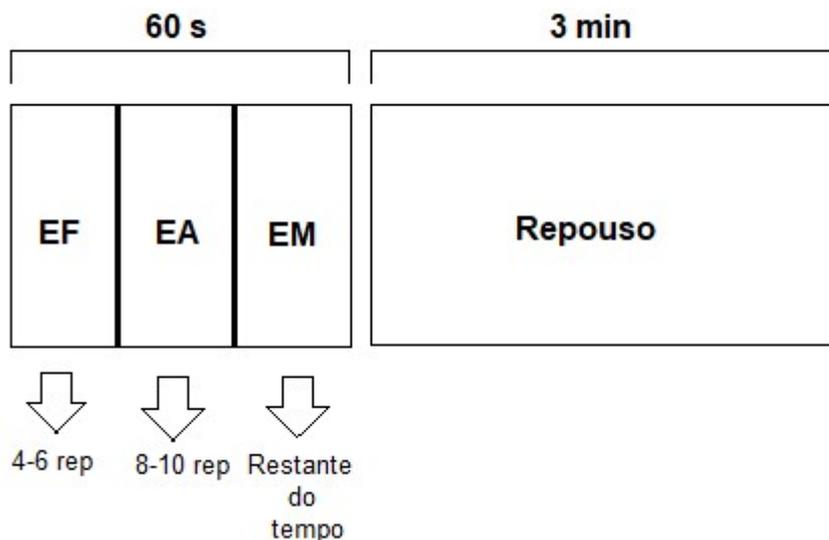
3.4.1 Protocolo HIIT-multimodal

Os participantes do estudo foram submetidos ao protocolo de HIIT-MM, que consistiu em 6 séries de 60 seg de estímulos *all-out*, com intervalos de 3 min entre elas. Durante o período de esforço, haverá a realização de três etapas: i) exercício de força (EF), com 4-6 RM, para um segmento corporal; ii) 8-10 RM de um exercício acessório (EA) (monoarticular), para outro segmento corporal, e; iii) exercício que exija grande solicitação metabólica (EM), para o mesmo segmento corporal do EF, até o término dos 60 segundos (Figura 2).

Anteriormente à seleção dos exercícios empregados no protocolo experimental, ocorreram a realização de 20 sessões piloto, no qual diferentes exercícios foram testados e, considerando o objetivo da sessão e adaptação à

logística disponível pela equipe de trabalho do presente estudo, acredita-se que os exercícios selecionados sejam os mais adequados. As sessões de treino, bem como os exercícios empregados, estão disponíveis no apêndice V.

Figura 2- Delineamento protocolo HIIT-MM



EF= exercício de força; EA = exercício acessório; EM = exercício metabólico

3.4.2 Protocolo treinamento de força tradicional

O grupo TRAD realizou treinamento de força tradicionalmente aplicado ao futebol, com utilização de cargas entre 55-60% de RM para exercícios de membros inferiores e 45-50% de RM para esforços de membros superiores (LOTURCO et al., 2013), ambos com velocidade máxima de execução na fase concêntrica (planejamento de treino no Arquivo suplementar 2). A sessão de treino teve duração total média de 38 min e, após terminada, os atletas tinham intervalo entre 50 min e 1 h até o treinamento específico da modalidade iniciar.

3.5 Procedimentos de coletas

3.5.1 Avaliação antropométrica

Para mensuração da massa corporal e estatura e %GC, os indivíduos deveriam estar descalços, vestindo apenas calção, na posição ortostática com peso igualmente distribuído entre ambos os pés e cabeça posicionada em plano horizontal de Frankfurt (WHO, 1995). A medida da massa corporal foi feita com balança de plataforma (*Filizolla*®), com precisão de 0,1 kg. Os valores referentes

à estatura dos participantes, serão obtidos por meio de estadiômetro (*Filizolla®*, *Brasil*) com precisão de 0,1 cm. Para a aferição das dobras cutâneas será utilizado adipômetro com precisão de 0,1mm (*Cescorf, Brasil*) e, posteriormente, ocorreu o emprego da equação de predição do %GC de 7 dobras (tricipital, subescapular, bicipital axilar média, supra íliaca, coxa, abdominal), proposta por Siri et al. (1961).

3.5.2 Avaliação de desempenho físico

3.5.2.1 Força máxima

Para a identificação desta variável, foram empregados testes de repetições máximas, utilizando protocolo de 10 RM, seguindo as recomendações de Materko et al. (2007). Os exercícios adotados foram supino reto, levantamento-terra e agachamento. Previamente às tentativas, era realizado aquecimento específico, sendo 15 repetições de supino reto, e 20 repetições de agachamento e 15 repetições de levantamento-terra, todos utilizando como carga externa apenas a barra de levantamento olímpico pesando 18 kg. Visando à padronização do encontro, foram adotadas cinco estratégias: i) aquecimento específico; ii) padronização da explicação dada aos sujeitos antes da realização do teste; iii) os sujeitos recebiam as mesmas instruções quanto ao padrão de execução dos movimentos; iv) feedback e encorajamento extrínseco eram adotados durante a realização dos testes; v) as massas de anilhas, barras e halteres foram aferidas com balança de precisão e; vi) padronização da cadência excêntrica e concêntrica durante a realização do teste, sendo fixadas em 3 seg para cada fase. Todos os sujeitos tinham, no máximo, cinco tentativas com intervalos entre 3 e 5 minutos entre cada uma delas (MATERKO et al., 2007; FERMINO et al., 2008).

3.5.2.2 Máxima velocidade de sprint

A máxima velocidade de *sprint* foi medida em dois testes de *sprints* lineares, sendo o primeiro de 10 m (S10) e o segundo de 20 m (S20). Para tal feito, foram utilizadas fotocélulas (*Multisprint, Hidrofit®*), que estavam posicionadas no campo a 0 e 10m e, posteriormente, 0 e 20m (reprodutibilidade teste-reteste com $r = 0,89$; MOIR et al., 2004). Foram ofertadas duas tentativas

para cada teste, com intervalo 1 min entre elas, sendo registrada a melhor marca de desempenho.

3.5.2.3 Altura de salto

Para medir a altura de salto (cm), foram utilizados o Squat Jump (SJ) e o Contramovimento Jump (CMJ). Em ambos os saltos, houve a utilização de tapete de contato (Jump System®, Nova Odessa, Brazil). O SJ se deu a partir de uma flexão de joelho de 90° por três segundos e posterior salto vertical, enquanto o CMJ partiu da realização de um agachamento seguido de salto vertical. Tanto SJ, quanto CMJ, eram realizados descalços e com as mãos na cintura (teste de reprodutibilidade-reteste de $r = 0,93$; MARKOVIC et al., 2004). Em ambos os saltos houve duas tentativas, sendo contabilizado o maior resultado de cada um dos testes.

3.5.2.4 Potência de membros inferiores

Para a PMI houve a utilização da melhor marca de desempenho do CMJ em conjunto com a equação preditiva: Potência (W) = $54.2 * \text{altura de salto (cm)} + 34.4 * \text{massa corporal (kg)} - 1520.4$, proposta por Gomez-Bruton et al. (2019), que exibe $r = 0,978$ quando comparada a outras 12 equações preditivas previamente validadas.

3.5.2.5 Resistência aeróbia

Para a quantificação dos valores relacionados à resistência aeróbia, após aquecimento, será realizado o *Yo-Yo Intermittent Recovery level 1* (reprodutibilidade teste-reteste $r = 0,71$; KRUSTRUP et al, 2013; BANGSBO et al., 2008). No teste, o indivíduo inicia uma série de deslocamentos em corrida de 20m, com a velocidade de 8km/h, tendo o momento de partida e de chegada indicadas por um metrônomo. Alcançada a marca dos 20m, é realizado o retorno até a marca inicial, de maneira que também deve ser atingida no tempo exato do próximo sinal. A cada 40m (ida e volta) há um período de recuperação de dez segundos e, após isso, o sujeito retoma o esforço. O intervalo entre os sinais é gradativamente diminuído, levando ao incremento da velocidade. O objetivo do teste é realizar o maior número de vezes o percurso (BANGSBO et al., 2008). A

avaliação é finalizada quando o indivíduo apresenta exaustão voluntária ou quando o não conseguir cumprir o trajeto por duas vezes no mesmo estágio. Ao final do procedimento, será somada a distância percorrida (m), sendo esse valor associado à resistência aeróbia. A estimativa do VO_{2max} se dará pela equação: distância percorrida * 0,0084 + 36,4 (BANGSBO et al., 2008).

3.6 Análise estatística

Para verificar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Para análises descritivas das variáveis dependentes, foram utilizadas média \pm desvio padrão. Para comparação entre grupos e momentos foi realizada ANOVA *two-way*, com *post-hoc* de Bonferroni para identificar as diferenças significativas (momento, grupo, interação). Os valores estimados de tamanho de efeito (TE) foram calculados a partir do *d* de Cohen, adotando a classificação de magnitude trivial ($\leq 0,20 - 0,49$), moderado ($0,50 - 0,79$) e grande ($\geq 0,80$) (Durlak, 2009). Ainda, a variação percentual ($\Delta\%$) foi calculada através equação: $\Delta\% = [(\text{valor final} - \text{valor inicial}) / \text{valor inicial}] \times 100$. O nível de significância estatística adotado foi de $\alpha = 0,05$ e, para todas as análises, houve a utilização do pacote estatístico SPSS 20.0.

5. ORÇAMENTO

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total (reais)
Transporte	21,42	14	300,00
Faixas elásticas	39,90	2	79,80
TOTAL			379,80

6. REFERÊNCIAS

ABAD, C. et al. Efeito do destreinamento na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 9, n. 3, p. 124-130, 2016.

ANĐELKOVIĆ, Marija et al. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. **Journal of medical biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 460-466, 2015.

ANDROULAKIS-KORAKAKIS, Patroklos et al. Effects of exercise modality during additional “high-intensity interval training” on aerobic fitness and strength in powerlifting and strongman athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 450-457, 2018.

ARAZI, Hamid et al. Effects of heart rate vs. speed-based high intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity of female soccer players. **Sports**, v. 5, n. 3, p. 57, 2017.

ASCHEENDORF, Paula F. et al. Effects of basketball-specific high-intensity interval training on aerobic performance and physical capacities in youth female basketball players. **The Physician and sportsmedicine**, v. 47, n. 1, p. 65-70, 2019.

ASTORINO, Todd A. et al. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 138-145, 2012.

BALDI, Marcelo et al. Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. **J Sports Med Phys Fitness**, 2016.

BANGSBO, Jens; IAIA, F. Marcello; KRUSTRUP, Peter. The Yo-Yo intermittent recovery test. **Sports medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

BANGSBO, Jens; IAIA, Fedon Marcello; KRUSTRUP, Peter. Metabolic response and fatigue in soccer. **International journal of sports physiology and performance**, v. 2, n. 2, p. 111-127, 2007.

BELGHAZI, Jalil et al. Validation of four automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension. **Vascular health and risk management**, v. 3, n. 4, p. 389, 2007.

BENÍTEZ-FLORES, Stefano et al. Combined effects of very short “all out” efforts during sprint and resistance training on physical and physiological adaptations after 2 weeks of training. **European journal of applied physiology**, p. 1-15, 2019.

BILLAT, L. Véronique. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.

BORG, Gunnar A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med sci sports exerc**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BRASIL. Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos; Resolução 251, de 05 de agosto de 1997. In: Conselho Nacional de Saúde, Brasília: Ministério da Saúde; 1996.

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

BROWN, Elise C. et al. The Impact of Different High-Intensity Interval Training Protocols on Body Composition and Physical Fitness in Healthy Young Adult Females. **BioResearch open access**, v. 7, n. 1, p. 177-185, 2018.

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.313–38, 2013a.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II **Sports medicine**, v. 43, n. 10, p. 927-954, 2013b.

BUCKLEY, Stephanie et al. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1157-1162, 2015.

BUJALANCE-MORENO, Pascual; LATORRE-ROMÁN, Pedro Ángel; GARCÍA-PINILLOS, Felipe. A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. **Journal of sports sciences**, p. 1-29, 2018.

BUJALANCE-MORENO, Pascual; LATORRE-ROMÁN, Pedro Ángel; GARCÍA-PINILLOS, Felipe. A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. **Journal of sports sciences**, v. 37, n. 8, p. 921-949, 2019.

COSWIG, V. S.; NEVES, AH Silva; DEL VECCHIO, F. B. Características físicas e desempenho motor no jiu-jitsu brasileiro: estudo com iniciantes e experientes na modalidade. **Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)**, 2011.

COSWIG, Victor et al. Exercício intermitente de alta intensidade como alternativa na reabilitação cardiovascular: uma metanálise. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 20, n. 4, p. 340-340, 2015.

DAL PUPO, Juliano et al. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 12, n. 4, 2010.

DEL VECCHIO, Fabrício Boscolo et al. Relações entre aptidão física, concentração de creatina quinase e variabilidade da frequência cardíaca em alunos do NPOR de Pelotas/RS. **Pensar a Prática**, v. 18, n. 2, 2015.

DEL VECCHIO, Fabricio; GALLIANO, Leony; COSWIG, Victor. Aplicações do exercício intermitente de alta intensidade na síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 6, p. 669-669, 2013.

DELLAL, Alexandre et al. Physical and technical activity of soccer players in the French First League-with special reference to their playing position. **International SportMed Journal**, v. 11, n. 2, p. 278-290, 2010.

DURLAK, Joseph A. How to select, calculate, and interpret effect sizes. **Journal of pediatric psychology**, v. 34, n. 9, p. 917-928, 2009.

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

FANCHINI, Maurizio et al. Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 453-458, 2011.

FERMINO, Rogério César et al. Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 4, p. 25-32, 2008.

GIBALA, Martin J.; JONES, Andrew M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. In: **Limits of Human Endurance**. Karger Publishers, p. 51-60, 2013.

GOMES, Rayana L. et al. Dynamics of Heart Rate Responses to Exercise in Normotensive Men. **Indian Journal of Physiology and Pharmacology**, p. 20-31, 2018.

HERMASSI, Souhail et al. Short-term effects of combined high-intensity strength and sprint interval training on anthropometric characteristics and physical performance of elite team handball players. **Sportverletzung· Sportschaden**, v. 31, n. 04, p. 231-239, 2017.

HOWATSON, Glyn; MILAK, Adi. Exercise-induced muscle damage following a bout of sport specific repeated sprints. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2419-2424, 2009.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

KENTTÄ, Göran; HASSMÉN, Peter. Overtraining and recovery. **Sports medicine**, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

KAUTZA, Benjamin; KASTELLO, Gary; SOTHMANN, Mark. Validação do analisador metabólico portátil VO2000 da MedGraphics e um pneumotacômetro modificado. **Medicina e Ciência em Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, 2004.

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.

KUNZ, Philipp et al. A Meta-Comparison of the Effects of High-Intensity Interval Training to Those of Small-Sided Games and Other Training Protocols on Parameters Related to the Physiology and Performance of Youth Soccer Players. **Sports medicine-open**, v. 5, n. 1, p. 7, 2019.

LAURSEN, Paul B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 1-10, 2010.

LOPES, Charles Ricardo et al. O efeito do período competitivo e novo ciclo de periodização nas capacidades físicas de jogadores de futebol. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 3, n. 9, 2012.

LOTURCO, Irineu et al. Acceleration and speed performance of Brazilian elite soccer players of different age-categories. **Journal of human kinetics**, v. 64, n. 1, p. 205-218, 2018.

COCKCROFT, Emma J. et al. The effects of two weeks high-intensity interval training on fasting glucose, glucose tolerance and insulin resistance in adolescent boys: a pilot study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 29, 2019.

MARGOTI, Tarcísio. Comparação de resultado entre as equações de composição corporal de Jackson & Pollock de três e sete dobras cutâneas. **Fitness & performance journal**, n. 3, p. 191-198, 2009.

MARKOVIC, Goran et al. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 551-555, 2004.

MATERKO, Wollner; NEVES, Carlos Eduardo Brasil; SANTOS, Edil Luis. Prediction model of a maximal repetition (1RM) based on male and female anthropometrical characteristics. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2007.

MCRAE, Gill et al. Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1124-1131, 2012.

MELCHIORRI, G. et al. Detraining in young soccer players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 54, n. 1, p. 27-33, 2014.

MOHR, Magni; KRUSTRUP, Peter; BANGSBO, Jens. Fatigue in soccer: a brief review. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 6, p. 593-599, 2005.

MOREIRA, Alexandre et al. Is the technical performance of young soccer players influenced by hormonal status, sexual maturity, anthropometric profile, and physical performance?. **Biology of sport**, v. 34, n. 4, p. 305, 2017.

MUJIKA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. **Sports Medicine**, v. 30, n. 2, p. 79-87, 2000a.

MUJIKA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II. **Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 145-154, 2000b.

MYERS, Terrence R. et al. Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592-1600, 2015.

NAKAMURA, Fabio Yuzo; MOREIRA, Alexandre; AOKI, Marcelo Saldanha. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável. **Journal of physical education**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010.

NETO, Falk; HENRIQUE, Joao; KENNEDY, Michael D. The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to Improve Sport Performance. **Sports**, v. 7, n. 2, p. 33, 2019.

OLIVEIRA, Rafael et al. In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0209393, 2019.

OWEN, Adam L. et al. Heart rate–based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1705-1712, 2015.

PERRELLA, Marianna Marques; NORIYUKI, Patrícia Sayuri; ROSSI, Luciana. Avaliação da perda hídrica durante treino intenso de rugby. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 229-232, 2005.

READ, Dale B. et al. Maximum running intensities during English academy rugby union match-play. **Science and Medicine in Football**, v. 3, n. 1, p. 43-49, 2019.

ROBINEAU, Julien et al. Concurrent training in rugby sevens: effects of high-intensity interval exercises. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 3, p. 336-344, 2017.

SAWKA, Michael N.; NOAKES, Timothy D. Does dehydration impair exercise performance?. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 8, p. 1209, 2007.

SERTIE, Rogério AL et al. The mechanisms involved in the increased adiposity induced by interruption of regular physical exercise practice. **Life sciences**, v. 222, p. 103-111, 2019.

SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Proposta de bateria de testes físicos para jovens jogadores de futebol e dados normativos. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 7, n. 1, p. 13-19, 2015.

SIRI, William E. et al. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for measuring body composition**, v. 61, p. 223-244, 1961.

ŚLIWOWSKI, R. et al. Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. **Biology of sport**, v. 30, n. 2, p. 137, 2013.

SPORIS, Goran; RUZIC, Lana; LEKO, Goran. The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning program. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 559-566, 2008.

THOMPSON, Walter R. Worldwide survey of fitness trends for 2019. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 22, n. 6, p. 10-17, 2018.

VIAÑO-SANTASMARINAS, Jorge et al. Effects of high-intensity interval training with different interval durations on physical performance in handball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 12, p. 3389-3397, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. 1995.

ZACHAROGIANNIS, Elias; PARADISIS, Giorgos; TZIORTZIS, Stavros. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, p. S116, 2004.

ZIEMANN, Ewa et al. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 1104-1112, 2011.

7. APÊNDICES

7.1 APÊNDICE I. TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Título da pesquisa:

“Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em atletas de futebol”.

Rousseau Silva da Veiga Tel: (53) 98452-2219 UFPel
Eraldo dos Santos Pinheiro Tel: (53) 98162-6202- Prof. Dr. UFPel

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol**. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Nesta pesquisa, queremos saber os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol.

Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 17 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita na ESEF/UFPel, onde os adolescentes participarão de um programa de treinamento físico. Para isso, serão utilizados materiais para a realização dos exercícios, bem como materiais para avaliação fisiológica. O uso dos materiais e instrumentos são considerados seguros, mas podem haver riscos e desconfortos relacionados à sua participação neste estudo, que são decorrentes do procedimento de coleta, especialmente nos testes fisiológicos, onde ocorrerão retiradas de pequenas amostras de sangue (em polpa digital), e do esforço realizado durante as sessões, que deverá gerar fadiga próxima à exaustão, como: Mal-estar, cianose, vertigem, queda de pressão, náusea, vômito, dor muscular nos dias seguintes aos testes. Os demais procedimentos do estudo não acarretam em riscos físicos maiores que os existentes na prática da modalidade, de qualquer forma, os pesquisadores são treinados e aptos a prestar atendimento básico de urgência em caso de acidente eventual. Os mesmos ficam encarregados de acionar os serviços competentes (SAMU) para que o indivíduo com agravo seja levado ao centro de atendimento mais próximo, os pesquisadores acompanharão você até a entrega para um profissional competente para o seu atendimento. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones (53) 98452-2219 do pesquisador Rousseau Silva da Veiga ou pelo telefone (53) 98162-6202, do Pesquisador Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro.

Mas há coisas boas que podem acontecer, como: treinamento físico, acompanhado por profissionais capacitados; dados sobre seu desempenho físico e perfil antropométrico; reavaliação após o período de recesso realizado pelo clube; e recebimento de cópia impressa dos resultados finais e recebimento de um laudo contendo todos os seus resultados ao final da pesquisa para que possam ser utilizados na adequação do seu treinamento.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as adolescentes que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa Quando terminarmos a pesquisa, divulgaremos os resultados através de artigos científicos da área, além de entregar para você e seu clube uma planilha com os dados obtidos sobre o seu desempenho.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto.

Eu _____ aceito participar da pesquisa **“Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol”**, que tem o objetivo mensurar os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Pelotas/RS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

7.2 APÊNDICE II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Eraldo dos Santos Pinheiro

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Luís de Camões, 625.

Telefone: (53) 98162-6202

Concordo em participar do estudo "Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em atletas de futebol". Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

PROCEDIMENTOS: Fui informado de que o objetivo geral será medir os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá realizar treinamento físico de força sistemático, duas vezes por semana, com sessões de 1h, durante o período de 16 semanas.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Fui informado que os riscos referem-se aos procedimentos de coleta, especialmente nos testes fisiológicos, onde ocorrerão retiradas de pequenas amostras de sangue (em polpa digital), e do esforço realizado durante as sessões, que deverá gerar fadiga próxima à exaustão, como: Mal-estar, cianose, vertigem, queda de pressão, náusea, vômito, dor muscular nos dias seguintes aos testes.

BENEFÍCIOS: Treinamento físico, acompanhado por profissionais capacitados; dados sobre seu desempenho físico e perfil antropométrico; reavaliação após o período de recesso realizado pelo clube; e recebimento de cópia impressa dos resultados finais e recebimento de um laudo contendo todos os seus resultados ao final da pesquisa para que possam ser utilizados na adequação do seu treinamento.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente de que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: _____ Identidade: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____ / ____ / ____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53)3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL _____

7.3 APÊNDICE III. ANAMNESE

ANAMNESE

Nome: _____ D.Nasc.: ____/____/____

Naturalidade: _____ Nacionalidade: _____

Endereço: _____

Fone: _____ (Res.), _____ (Cel) e-mail: _____

Peso: _____ Kg. Estatura: _____ m.

1) Sua família reside em Pelotas? _____

2) Qual seu objetivo no clube?

3) Há quanto tempo você está inserido no clube?

4) Você já atuou por outros clubes anteriormente?

5) Pratica atividade física fora das dependências do clube? Sim Não

4.1) Qual (is) e a quanto tempo?

4.2) Quantas vezes por semana?

4.3) Se não pratica, já praticou? Sim Não

Qual (is) e por quanto tempo?

4.4) E a quanto tempo deixou de praticar?

6) Faz quantas refeições por dia? 1 2 3 4 5 Mais de 5

7) Você segue alguma dieta prescrita por profissional? Sim Não

8) Usa suplementação alimentar? Sim Não

7.1) Se sim, quem recomendou? _____

9) Dorme quantas horas por noite? _____

10) É fumante? Sim Não

9.1) Se sim, quantos cigarros por dia? _____

9.2) Se parou, a quanto tempo? _____

11) Consome bebida alcoólica? Quais?

Com que frequência semanal? _____

Tem ou teve recentemente uma ou mais das patologias abaixo:

- | | | |
|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Problemas cardíacos | <input type="checkbox"/> Problemas pulmonares | <input type="checkbox"/> Tonturas |
| <input type="checkbox"/> Hipertensão | <input type="checkbox"/> Bronquite | <input type="checkbox"/> Asma |
| <input type="checkbox"/> Colesterol elevado | <input type="checkbox"/> Glicose elevada | <input type="checkbox"/> Diabetes |
| <input type="checkbox"/> Convulsões | <input type="checkbox"/> Fratura óssea | <input type="checkbox"/> Cirurgia |
| <input type="checkbox"/> Dor de cabeça frequente | | |

7.4 APÊNDICE IV. PLANEJAMENTO DO TREINO DE FORÇA

TREINO DE FORÇA							
TREINO							
AQUECIMENTO							
EXERCÍCIO		SÉRIES	REPETIÇÕES ou TEMPO SOB TENSÃO			CARGA	
Agachamento livre		1	15			Sem carga externa	
Flexão		1	10-15			Sem carga externa	
Prancha		1	Até falha muscular			Sem carga externa	
PARTE PRINCIPAL							
EXERCÍCIO	ORDEM	ORGANIZAÇÃO	SÉRIES	REPETIÇÕES	VELOCIDADE	CARGA	INTERVALO
Agachamento livre com barra	1	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	<15" entre blocos 60" entre séries
Agachamento afundo	2	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Cadeira extensora	3	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	45"
Stiff	4	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Adutor	5	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Abdutor	6	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Supino reto	7	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Remada alta	8	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento Arnold	9	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento com halteres	10	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	35"
Abdominal remador	11	Tradicional	2	8 - 10	1020	Sem carga externa	20"

7.5 APÊNDICE V. PLANEJAMENTO DO TREINO HIIT-Multimodal

	
Segunda-feira	Quinta-feira
Em 60 seg	Em 60seg
Semana 1 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 2 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 3 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 4 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 5 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 6 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 7 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 8 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 9 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 10 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 11 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 12 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 13 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 14 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 15 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 16 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg

3 Relatório do trabalho de campo
(Rousseau Silva da Veiga)

1 Introdução

O presente relatório apresenta informações acerca do processo do trabalho de pesquisa realizado para a conclusão da dissertação de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

2 Seleção da amostra

A seleção da amostra ocorreu através de convite verbal, devido à vinculo institucional previamente estabelecido por meio do projeto Futebol de Alto Rendimento, coordenado pelo Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro. A partir disto, 20 atletas foram envolvidos no presente estudo. Ressalta-se que, o plantel completo da categoria sub-17 apresentava um total de 27 atletas. Entretanto, 7 destes participavam de atividades da categoria sub-20, tornando inviável o controle sobre suas práticas do treinamento físico, justificando a ausência neste estudo. Durante a intervenção, os 20 envolvidos foram randomizados em grupo intervenção (HIIT-MM; n= 10) e grupo controle (TRAD; n = 10), que realizava treinamento tradicional da modalidade. Ressalta-se que não houveram perdas amostrais.

3 Delineamento do estudo

O Projeto de Dissertação apresentava três propostas distintas e durante o exame de qualificação deste estudo, diversas contribuições da banca avaliadora foram realizadas e consideradas para o produto que aqui é apresentado.

A primeira, tratava-se de mensurar os efeitos fisiológicos agudos do HIIT-MM. Considerando que a logística para tais coletas de dados ocasionaria em grande investimento de tempo, uma vez que cada atleta deveria visitar o Laboratório de Fisiologia do Exercício, da Escola Superior de Educação Física da UFPel, em três momentos distintos e organizados em encontros individuais, a banca avaliadora recomendou a retirada desta proposta do delineamento, o que foi considerado.

Outra proposta era agrupar os resultados do processo de treinamento físico e subsequente destreino em um artigo único. A etapa de treinamento ocorreu com sucesso, com grande engajamento de atletas e comissão técnica. Entretanto, o futebol de base apresenta um calendário competitivo irregular, o que exige diversas alterações no planejamento anual. No transcorrer da nossa intervenção, a Federação

Gaúcha de Futebol (FGF) anunciou a realização da 14^a Copa Teutônia de Futebol. Esta nova competição aumentaria nosso tempo de intervenção em 5 semanas e, só então, se daria início ao processo de destreino. Tendo isto em vista, os atletas foram avaliados pré intervenção, pós 16 semanas de treinamento sistemático e seriam novamente avaliados após o término da 20^a semana. Todavia, após a competição e quando os atletas deveriam reapresentar-se no Centro de Formação de Atletas do clube para a nova avaliação, a FGF suspendeu todas as atividades relacionadas às categorias de base em função da pandemia do COVID-19, justificando a ausência dos dados referentes ao processo de destreino.

4 Artigo

(Rousseau Silva da Veiga)

O presente artigo será submetido à *Journal of Strength and Conditioning Research* e já se encontra nas normas da mesma, devendo passar ainda pelo processo de tradução.

Journal of Strength and Conditioning Research

**Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-
multimodal em jovens atletas de futebol.**

Efeitos do HIIT-Multimodal em atletas de futebol

Rousseau S. Veiga^{1,2,3}, Fabrício B. Del Vecchio^{1,3}, Eraldo S. Pinheiro^{1,2}.

¹ Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas;

² Laboratório de Estudos em Esporte Coletivo;

³ Grupo de Estudo e Pesquisa em Treinamento e Desempenho Físico.

Autor correspondente:

Rousseau Silva da Veiga

E-mail: rousseauveiga@gmail.com

Telefone: +55 53 98110-8954

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Efeitos de 16 semanas do treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol.

Efeitos do HIIT-Multimodal em atletas de futebol

RESUMO

O objetivo deste estudo foi mensurar os efeitos de 16 semanas de treinamento intervalado de alta intensidade-multimodal (HIIT-MM) em variáveis antropométricas e de desempenho físico de jovens atletas de futebol. Vinte atletas de futebol da categoria sub-17 foram randomizados em dois grupos: HIIT-MM (n=10; 6 x 1 min : 3 min) e treinamento de força tradicional (TRAD; n=10; ~45-60%1RM), durante 16 semanas. Pré e pós intervenção, realizaram-se medidas de massa corporal e percentual de gordura corporal (%GC); repetições máximas (RM) no supino reto, levantamento terra e agachamento; velocidade de *sprint* de 10 m (S10) e 20 m (S20); *squat jump* (SJ), *countermovement jump* (CMJ), potência de membros inferiores (PMI), resistência aeróbia máxima e consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}). Para comparações entre grupos e momentos, foi realizada ANOVA *two-way*. O nível de significância adotado foi de $p \leq 0,05$. Não foram encontradas modificações para massa corporal, %GC e S20 nos dois grupos. Identificou-se efeito do momento para RM no supino ($p < 0,001$), levantamento terra ($p < 0,001$), agachamento ($p < 0,001$), S10 ($p < 0,001$), CMJ ($p < 0,001$), resistência aeróbia máxima ($p < 0,001$) e VO_{2max} ($p < 0,001$). Foram encontradas interações para SJ e PMI, com incremento estatisticamente significativo apenas no grupo HIIT-MM ($p < 0,05$). Conclui-se que, HIIT-MM apresenta viabilidade prática similar ao TRAD, sendo eficiente para aprimorar parâmetros de força, além de variáveis de desempenho físico relacionadas à aptidão cardiorrespiratória e PMI de jovens atletas de futebol, o que pode otimizar o trabalho de preparadores físicos.

Palavras-chave: Desempenho; esportes coletivos; performance.

INTRODUÇÃO

O futebol é caracterizado como uma modalidade esportiva coletiva de natureza intermitente, devido à alternância de esforços de alta e baixa intensidade (1). Durante sua prática, são envolvidas diferentes capacidades físicas, como aptidão aeróbia e anaeróbia, força, velocidade, potência, entre outras (27). Tradicionalmente, estas capacidades são executadas de forma intensa e isolada durante a pré-temporada no futebol, uma vez que no decorrer da temporada regular o tempo para tais fins é limitado devido ao calendário competitivo, o que acarreta em baixo número de sessões de treinamento voltadas à aptidão física (22,28).

Considerando os fatores supracitados, centros de pesquisa voltados às ciências do esporte têm buscado diferentes métodos para a otimização do treinamento físico e, por consequência, um aumento da performance de jogadores de futebol (25,27,41). Um destes métodos é o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), que consiste na execução de exercícios unimodais com intensidade acima do limiar anaeróbio, alternados com períodos de recuperação (26). Além disso, pode ser estruturado com esforços de curta (<45s) ou longa (2-4 min) duração (9), variando de acordo com os resultados pretendidos (17). Este modelo de esforço é eficaz para aprimorar o desempenho aeróbio e anaeróbio em um curto período de tempo (47), aumentando a capacidade de *buffering* (4), bem como proporcionando aprimoramento do sistema cardiovascular (9).

No cenário atual, apesar do HIIT estar entre as tendências mundiais (46) e existirem fortes evidências sobre os ajustes e benefícios metabólicos decorrentes da sua prática (9,17,26), há quantidade reduzida de evidências científicas que relatam os efeitos desse modelo de treino na força muscular (10), a qual é muito importante no cotidiano de atletas de futebol (27). Neste sentido, as informações disponíveis ainda são contraditórias. Por exemplo, Astorino et al. (3) indicam que o HIIT não apresenta impacto significativo nos indicadores de força muscular, assim, para otimizar a função muscular, poderia ser necessária a adição de um programa de treino de força envolvendo grandes grupos musculares a um programa de HIIT (37); não obstante, a demanda de tempo e um possível aumento de volume total de treino poderia influenciar na adesão dos praticantes (3).

No entanto, uma variação recente desta prática, denominada HIIT-multimodal (HIIT-MM), integra diferentes modelos de exercícios no mesmo período de esforço (7,8,10). Este modelo de esforço é composto por diferentes estímulos cíclicos em alta intensidade, juntamente com exercícios resistidos, que são realizados de forma sequencial, podendo sua realização se dar de forma contínua (39) ou intervalada (37), e visam ao aumento de resistência e força muscular, além de aprimoramento de parâmetros metabólicos. Estudos prévios que compararam o HIIT-MM ao HIIT tradicional (realizado de modo unimodal) apontam que os protocolos proporcionam benefícios aeróbios e anaeróbios semelhantes; contudo, o grupo que fez uso do HIIT-MM também apresentou aumento significativo em força, resistência e potência muscular (8,10). Este achado é interessante para o âmbito do futebol, uma vez que sessões de treinamento de força e de resistência aeróbia não são realizadas de modo concomitante, o que acaba gerando a necessidade de um investimento considerável de tempo que, muitas vezes, não é viável na modalidade devido a realização de atividades técnicas e táticas (15).

Entende-se que a compreensão acerca dos desdobramentos oriundos do processo de treinamento, bem como o desenvolvimento de capacidades físicas fundamentais para o futebol, apresenta relevância no período de preparação, durante e após o calendário competitivo (7). Por outro lado, apesar da hipótese de que HIIT-MM possa aprimorar diferentes variáveis da aptidão física, incluindo potência aeróbia e força muscular em atletas de futebol, pouco se sabe sobre deste método de treinamento na modalidade. Isto se dá pois os trabalhos disponíveis que se aproximam desse modelo de esforço não objetivaram investigar estas relações, o que pode comprometer até mesmo a validade externa das ações, considerando que as demandas físicas observadas em outras investigações são diferentes das requeridas no cotidiano de jovens atletas de futebol (8,10). Considerando isto, o objetivo do presente estudo foi testar a viabilidade de implementação e mensurar os efeitos de 16 semanas de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas e de desempenho físico de jovens atletas de futebol.

MÉTODOS

Abordagem Experimental ao Problema

Um estudo experimental randomizado foi conduzido para mensurar os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas e de desempenho físico em jovens atletas de futebol. Todos os sujeitos envolvidos foram convidados a completar 16 semanas de treinamento físico, com duas sessões semanais. As seguintes recomendações pré-avaliações foram fornecidas aos sujeitos 24 h antes das coletas de dados: i) garantir descanso adequado à noite (mínimo de 8 h de sono); ii) consumir padrões habituais de cafeína e não ingerir bebidas alcoólicas; e iii) abster-se de exercícios intensos nas 24 h anteriores aos testes. Durante todo o processo de avaliação e treinamento, os sujeitos usavam apenas o uniforme padrão do clube. Como variável independente, foi adotado o modelo de treino realizado. As variáveis dependentes medidas foram aquelas obtidas nas avaliações antropométricas e de desempenho físico.

Descrição da amostra e procedimentos éticos

Foram envolvidos neste estudo 20 jovens atletas de futebol da categoria sub-17 (n=20), com médias de idade de $15,85 \pm 0,58$ anos, estatura de $175,9 \pm 7,44$ cm e massa corporal $77,14 \pm 23,50$ kg. A rotina semanal do grupo de participantes encontra-se na tabela 1. Como critérios de inclusão foram adotados: i) o sujeito deveria estar incluso no grupo de atletas há, no mínimo, 3 meses ininterruptos; ii) possuir assiduidade superior de 85% nos treinos do mês prévio à intervenção; iii) idade entre 15 e 17 anos. Foram empregados como critérios de exclusão: i) limitações funcionais decorrentes de lesão pregressa que não possibilitasse a realização dos exercícios propostos; ii) não completar a bateria de avaliações; iii) relatar doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias e outras doenças crônicas não-transmissíveis que impedissem sua participação no estudo; iv) possuir assiduidade <85% durante o processo de intervenção. Todos os atletas e seus responsáveis legais foram informados sobre os riscos e benefícios antes de ler e assinar o termo de assentimento livre e esclarecido (TALE) e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), respectivamente. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em

pesquisa em seres humanos da Universidade Federal de Pelotas (parecer registrado sob o protocolo #3.536.069).

*****POR FAVOR, INSIRA A TABELA 1 AQUI*****

Procedimentos

O desenho experimental do presente estudo se deu conforme figura 1. Uma vez recrutados, os atletas que compuseram a amostra passaram por avaliação na qual se aferiu estatura, massa corporal e percentual de gordura corporal (%GC), além de ocorrerem avaliações de desempenho físico, compostas por teste de repetições máximas (RM), máxima velocidade de *sprint*, altura de salto vertical, potência de membros inferiores (PMI) e resistência aeróbia máxima. Após esta fase, houve randomização da amostra em blocos de 2 sujeitos, a saber: grupo multimodal (HIIT-MM), e o grupo tradicional (TRAD), o qual realizou treinamento de força tradicional aplicado ao futebol.

Após a avaliação inicial, os grupos deram início ao processo de treinamento que teve duração de 16 semanas, com duas sessões por semana, que ocorreram nos dias previamente destinados ao treinamento físico, como consta na tabela 1. Adicionalmente, os participantes mantiveram suas rotinas de treino de futebol, com frequência de 6 vezes por semana. Durante o processo, na semana 8, houve ajuste de carga para ambos os grupos e, ao final do período de treinamento, houve a realização de uma nova bateria de avaliações antropométricas e de desempenho físico, a fim de identificar os possíveis efeitos de cada programa de treinamento oferecido aos componentes da amostra.

*****POR FAVOR, INSIRA A FIGURA 1 AQUI*****

Treinamento

Durante todo o processo de intervenção, os atletas se apresentavam pontualmente às 14 h, buscando minimizar efeitos do ciclo circadiano. Após a chegada, os atletas eram direcionados para os locais de treino, conforme alocação, uma vez que os grupos possuíam lugares de prática distintos e, de modo prévio ao

treinamento, ambos os grupos realizavam aquecimento padronizado. O treinamento dos participantes do HIIT-MM consistia em 6 séries de 60 s de estímulos *all-out*, com intervalos de 3 min entre elas. Durante o período de esforço, houve a realização de três etapas: i) exercício de força, com 4-6 RM, para um segmento corporal; ii) 8-10 RM de um exercício acessório (monoarticular), para outro segmento corporal, e; iii) exercício que exija grande solicitação metabólica, para o mesmo seguimento corporal do exercício de força, até o término dos 60 s (planejamento de treino no Arquivo suplementar 1). O grupo TRAD realizou treinamento de força, com utilização de cargas entre 55-60% de RM para exercícios de membros inferiores (30) e 45-50% de RM para esforços de membros superiores (31), ambos com velocidade máxima de execução na fase concêntrica (planejamento de treino no Arquivo suplementar 2). Após terminada a sessão de treinamento, os atletas tinham intervalo entre 50 min e 1 h até o treinamento específico da modalidade iniciar.

Medidas antropométricas

Para mensuração da estatura, massa corporal e %GC, os indivíduos deveriam estar descalços, vestindo apenas calção, na posição ortostática com peso igualmente distribuído entre ambos os pés e cabeça posicionada em plano horizontal de Frankfurt (13). A medida da massa corporal foi realizada com balança de plataforma (*Filizolla*[®], *Brasil*), com precisão de 0,1 kg. Os valores referentes à estatura dos participantes foram obtidos por meio de estadiômetro (*Filizolla*[®], *Brasil*), com precisão de 0,1 cm. Para aferição das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro com precisão de 0,1 mm (*Cescorf*, *Brasil*) e, posteriormente, houve o emprego da equação de predição do %GC de 7 dobras (tricipital, subescapular, bicipital axilar média, supra ilíaca, coxa, abdominal), proposta por Jackson & Pollock (21). Ressalta-se que, para a última medida citada, foi testada a confiabilidade do com uma sub amostra de 10 dos sujeitos recrutados, dois dias após a avaliação inicial avaliador (CCI = 0,896).

Medidas de desempenho físico

Força máxima: Para a quantificação desta variável, foi realizado teste de repetições máximas, utilizando protocolo de 10RM, onde eram seguidas as recomendações sugeridas por Materko et al. (36). Os exercícios adotados foram supino reto,

levantamento terra e agachamento livre. Previamente às tentativas, era realizado aquecimento específico, sendo 15 repetições de supino reto, 15 repetições de levantamento-terra e 20 repetições de agachamento, utilizando apenas a barra de levantamento olímpico pesando 20 kg como carga externa. Visando à padronização do encontro, foram adotadas cinco estratégias: i) padronização da explicação dada aos sujeitos antes da realização do teste; ii) os sujeitos receberam as mesmas instruções quanto ao padrão de execução dos movimentos; iii) *feedback* e encorajamento extrínseco foram adotados durante a realização dos testes; iv) as massas de anilhas, barras e halteres eram aferidas com balança de precisão e; v) padronização da cadência excêntrica e concêntrica durante a realização do teste, sendo fixadas em 3 s para cada fase. Todos os sujeitos tiveram, no máximo, cinco tentativas com intervalos entre 3 e 5 min entre elas (16,36).

Máxima velocidade de sprint: A máxima velocidade de *sprint* foi medida em dois testes de *sprints* lineares, sendo o primeiro de 10 m (S10) e o segundo de 20 m (S20). Utilizaram-se fotocélulas (*Multisprint*, *Hidrofit*®) posicionadas no campo a 0 e 10 m e, posteriormente, 0 e 20 m (reprodutibilidade teste-reteste com $r = 0,89$) (34). Foram permitidas duas tentativas com intervalo de 2 min entre elas, sendo registrada apenas a melhor marca de desempenho.

Altura de salto vertical: Para avaliação da altura de salto, foram utilizados dois saltos distintos: o *squat jump* (SJ) e o *countermovement jump* (CMJ). Em ambos, houve a utilização de tapete de contato (*Jump System*®, *Nova Odessa, Brasil*). O SJ se deu a partir de uma flexão de joelho de 90° por três segundos e posterior salto vertical; enquanto o CMJ partiu da realização de um agachamento seguido de salto vertical. SJ e CMJ foram realizados descalços e com as mãos na cintura (teste de reprodutibilidade-reteste de $r = 0,93$) (34). Em ambos os saltos foram concedidas duas tentativas, sendo contabilizado apenas o melhor resultado de cada uma delas.

Potência de membros inferiores: Para a PMI houve a utilização da melhor marca de desempenho do CMJ em conjunto com a equação preditiva: Potência (W) = $54.2 * \text{altura de salto (cm)} + 34.4 * \text{massa corporal (kg)} - 1520.4$, proposta por Gomez-

Bruton et al. (18), que exibe $r = 0,978$ quando comparada a outras 12 equações preditivas previamente validadas.

Resistência aeróbia máxima: Para a quantificação dos valores relacionados à resistência aeróbia, foi realizado o *Yo-Yo Intermittent Recovery-level 1*, que apresenta $r = 0,71$ (5,11). No teste, o indivíduo inicia uma série de deslocamentos em corrida de 20 m, com a velocidade de 8 km/h, tendo o momento de partida e de chegada indicadas por um metrônomo. Alcançada a marca dos 20 m, é realizado o retorno até a marca inicial, de maneira que também deve ser atingida no tempo exato do próximo sinal. A cada 40 m (ida e volta) há um período de recuperação de dez segundos e, após isso, o sujeito retoma o esforço. O intervalo entre os sinais é gradativamente diminuído, levando ao incremento da velocidade. A avaliação foi finalizada quando o indivíduo apresentou exaustão voluntária ou quando não conseguiu cumprir o trajeto por duas vezes no mesmo estágio (5). Ao final do procedimento, foi somada a distância percorrida (m), sendo esse valor associado à resistência aeróbia.

Consumo máximo de oxigênio: Para a estimativa do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) foi utilizada a equação preditiva: Distância percorrida * 0,0084 + 36,4 (5), que exibe ICC = 0,92 (11).

Análise Estatística

Para verificar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Para análises descritivas das variáveis dependentes, foram utilizadas média \pm desvio padrão. Para comparação entre grupos e momentos foi realizada ANOVA *two-way*, com *post-hoc* de Bonferroni para identificar as diferenças significativas (momento, grupo, interação). Os valores estimados de tamanho de efeito (TE) foram calculados a partir do d de Cohen, adotando a classificação de magnitude trivial ($\leq 0,20 - 0,49$), moderado ($0,50 - 0,79$) e grande ($\geq 0,80$) (14). Ainda, a variação percentual ($\Delta\%$) foi calculada através equação: $\Delta\% = [(valor\ final - valor\ inicial) / valor\ inicial] \times 100$. O nível de significância estatística adotado foi de $\alpha = 0,05$ e, para todas as análises, houve a utilização do pacote estatístico SPSS 20.0.

RESULTADOS

Ao final do processo de intervenção, aponta-se que não houveram perdas amostrais, frequência média de acima 93%, tampouco registro de lesões que acarretassem em afastamentos, seja de treinos ou jogos oficiais, para ambos os grupos. Todas as análises demonstraram distribuição normal dos dados ($p > 0,05$). A tabela 2 apresenta os dados referentes às variáveis antropométricas e de desempenho físico obtidos pela ANOVA *two-way*. Não foram encontradas modificações em massa corporal, %GC e S20 em ambos os grupos. Entretanto, foi identificado efeito do momento nas variáveis de força máxima, S10, CMJ, resistência aeróbia máxima e VO_{2max} . Ainda, além de efeito do momento, foram encontradas interações para SJ e PMI, com incremento estatisticamente significativo apenas no grupo HIIT-MM.

*****POR FAVOR, INSIRA A TABELA 2 AQUI*****

Na tabela 3, são apresentados os dados de variação média, diferença percentual e tamanho de efeito, com respectiva classificação, para ambos os grupos.

*****POR FAVOR, INSIRA A TABELA 3 AQUI*****

DISCUSSÃO

De modo inovador, o objetivo da presente investigação foi testar a viabilidade de implementação e mensurar os efeitos de 16 semanas de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas e de desempenho físico de jovens atletas de futebol. O principal achado foi o incremento de desempenho durante os testes de força em ambos os grupos aqui investigados. Adicionalmente, destacam-se: i) melhoras superiores na PMI no grupo que realizou o HIIT-MM e ii) viabilidade técnica, sem abandonos ao longo do programa e ausência de lesões esportivas decorrentes dos modelos de treino propostos.

Referente à massa corporal e ao %GC, as condições aqui comparadas não apresentaram diferenças pré e pós intervenção. Em metanálise recente (33), o HIIT realizado de modo unimodal é apontado como método eficaz para a redução destas variáveis, possivelmente, devido a um maior gasto de energia em repouso e mobilização de gordura imediatamente após a realização do esforço. Ainda, em

estudo proposto por Brown et al. (8), que fez a utilização de HIIT-MM durante um período de 12 semanas, foi encontrada diferença no %GC após a intervenção, quando comparado aos valores da linha de base, discordando dos dados obtidos na presente investigação. Esta diferença entre os estudos pode estar associada ao fato de que as amostras das pesquisas supracitadas serem compostas por indivíduos recreacionalmente ativos, apresentando valores superiores de %GC durante a composição da linha de base. Durante a avaliação inicial, a amostra do presente estudo apresentou valores baixos, o que, segundo Silva et al. (42), pode diminuir a responsividade aos estímulos aplicados.

Sobre o treinamento da força no futebol de alto rendimento, por período considerável de tempo, programas de treinamento com a implementação de cargas altas, poucas repetições e grande mobilização de força concêntrica eram amplamente utilizados e divulgados no meio acadêmico (19,20,40,44). Entretanto, com o passar do tempo, houve o surgimento de novos métodos de treinamento, sugerindo a utilização de cargas moderadas e alta velocidade de execução visando os ganhos de força e potência (28,29). Esta perspectiva foi aplicada no grupo TRAD do presente estudo, que apresentou aumento significativo em todas as variáveis de força medidas após a intervenção ($p < 0,05$). Entretanto, até onde é de nosso conhecimento, não há ainda estudos relatando os efeitos do HIIT-MM em vários aspectos do desempenho físico em atletas de futebol, o que torna mais complexo o processo de discussão e confrontamentos dos dados obtidos na literatura científica. Assim, buscando compreender mais sobre a integração entre utilização de cargas no HIIT-MM e efeitos da implementação de diferentes modalidades durante o processo de treinamento, Buckley et al. (10) envolveram 28 mulheres ativas em um estudo com 6 semanas de intervenção. A amostra foi aleatoriamente randomizada em dois grupos: ROW-HIIT, que realizava sessão unimodal com emprego de remo ergômetro (6x 1 min *all-out* : 3 min) e; HIIT-MM, que tinha a mesma estruturação de sessão, entretanto, durante o período de esforço, eram realizadas 6-8 repetições de exercício de força, 8-10 repetições de exercício acessório e, até o término do bloco, ocorria a realização de exercício com alta requisição metabólica. Como resultados, observou-se que ROW-HIIT não apresentou ganhos significativos em parâmetros neuromusculares, e o HIIT-MM exibiu aumento significativo ($p < 0,01$) nos valores de carga durante o teste de

RM no agachamento (39%), supino reto (27%) e levantamento terra (18%). Estes achados corroboram com os resultados apresentados na presente investigação, que também identificou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) após a intervenção nos mesmos testes de RM. Provavelmente, a similitude entre os estudos pode estar associada ao fato de que, durante a execução dos exercícios de força, ambos os trabalhos empregaram cargas máximas, poucas repetições e alta velocidade de execução, que são características já vistas em protocolos eficazes de treino de força realizados por atletas de futebol (19,20,40,44).

Quanto às variáveis de velocidade de deslocamento, após a intervenção foram identificadas acréscimo estatisticamente significativo no tempo de S10 em ambos os grupos (5,8% no HIIT-MM e 10,3% no TRAD), mas o mesmo não ocorreu no S20, que não apresentou efeito do momento. Ainda, no presente estudo, a análise de TE para o S10 reportou efeito de magnitude moderada para o HIIT-MM e grande para o TRAD, ao modo que o treinamento de força realizado de forma tradicional para a modalidade acarretou em maior queda de performance no teste. Não obstante, no S20 são apresentados valores de TE triviais para ambos os grupos, apesar de o TRAD apontar queda de desempenho referente aos valores de linha de base (-2%), enquanto o HIIT-MM apresentou ligeira melhora (+1,6%), valores estes que não foram estatisticamente significante segundo a análise de variância empregada. Atualmente, tem sido reportado a utilização de diferentes métodos de treinamento para desenvolver a capacidade de realizar *sprints* (28), como o treinamento de força, seja com implemento de carga moderada ou alta (35), e o HIIT (23,32). Ainda, apesar de não haver estudos reportando os impactos do HIIT-MM no tempo de *sprint*, até onde tange nosso conhecimento, parece que sessões de treinamento envolvendo requisição de força de membros inferiores e combinação de diferentes estímulos, melhora força muscular de extensores e flexores de quadril, joelho e tornozelo, e isto tem sido relacionado a um aumento nas taxas de aceleração e velocidade máxima durante o *sprint* (12,29). Entretanto, Loturco et al. (28), ao compararem dois métodos mistos de treinamento (carga ótima + *sprint* resistido e; carga ótima + pliometria) durante cinco semanas, não encontraram alterações significativas no desempenho de velocidade em testes de 5m, 10m, 20m e 30m. Estes resultados conflitantes podem ser devidos ao fato de que corrida de velocidade envolve movimentos de múltiplas articulações

com necessidade de coordenação entre múltiplos grupos musculares, sendo assim, talvez seja pertinente a uma combinação de treinamento de força e treinamento específico de *sprint*, visando aprimorar, além de variáveis da aptidão física, qualidade e economia de movimento, uma vez que estas, reconhecidamente, causam impacto na velocidade de corrida (6).

A respeito das variáveis medidas através dos testes de saltos, foi observado que as 16 semanas de treinamento foram capazes de desenvolver tanto no grupo HIIT-MM quanto no TRAD, a altura de salto no SJ (60% vs. 15%), CMJ (38% vs. 15%) e PMI (31% vs. 10%). Indo ao encontro deste apontamento, na intervenção conduzida por Brown et al. (8), foram comparados os efeitos crônicos do HIIT-MM (n=9) e HIIT realizado em remoergômetro (n=6) em mulheres saudáveis por um período de 12 semanas. O grupo HIIT-MM fazia a utilização de uma estruturação de sessão similar à sugerida por Buckley et al. (10) (6-8 repetições de exercício de força, 8-10 repetições de exercício acessório e, até o término do bloco, um exercício com alta requisição metabólica), porém, com uma maior variação protocolos de treino durante o processo. Ao final do estudo, os pesquisadores demonstraram que ambos os grupos tiveram ganhos de potência muscular ($p = 0,001$), medida através de salto horizontal, sem que fosse encontrada diferença entre as condições. A semelhança entre os estudos pode se dar devido realização de esforços com sobrecarga em alta velocidade de execução, características estas que são solidamente descritas e associadas na literatura científica com os ganhos de potência. Ainda, na presente pesquisa, o grupo HIIT-MM apresentou ganhos maiores em relação ao SJ e PMI quando comparado ao grupo TRAD. Este fato pode ter sido ocasionado pelo fato de o grupo HIIT-MM possuir uma variação exercícios e atividades entre sessões, enquanto o grupo TRAD realizou o mesmo planejamento, comum no futebol (28,41), apenas com ajuste de carga na semana oito.

Sobre a resistência aeróbia máxima e o VO_{2max} considerados nesta pesquisa, foi encontrado apenas efeito do momento, sem diferenças entre grupos. Este achado corrobora com os dados apresentados nos trabalhos de Buckley et al. (10) e Brown et al. (8), que sugerem o HIIT-MM como ferramenta eficiente para o desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória. Em trabalho proposto por Sperlich et al. (43), foram

comparados os efeitos de 5 semanas de HIIT e treinamento de força com cargas submáximas e baixa velocidade de execução em jovens atletas de futebol. Ao término da intervenção, foram identificadas melhoras com diferença significativa no grupo HIIT, mas não no grupo que realizava treino de força. Esses dados concordam com os registros de Loturco et al. (29) e Hoff & Helgerud (20), que sugerem que treinamento resistido com carga alta, executado em baixa velocidade não são eficazes para aprimorar aptidão aeróbia. No presente estudo, tanto o grupo HIIT-MM quanto o grupo TRAD, que realizava treino de força, desenvolveram de modo significativo o VO_{2max} ; entretanto, o cálculo de TE reportou efeito trivial para o grupo TRAD e grande para HIIT-MM. Este fato pode estar associado ao fato do grupo HIIT-MM ter realizado, além dos estímulos de força, exercícios com requisição metabólica elevada e alta intensidade, o que já foi evidenciado como modo adequado para o aprimoramento da aptidão cardiorrespiratória (8,9,10,17,26), o que não ocorreu no trabalho de Sperlich et al. (43).

Ainda, é de suma importância mencionar que, apesar de não ser o objetivo do HIIT e suas variações, o grupo HIIT-MM teve uma sessão de treinamento com duração total de 21 min. Destes, 6 min de esforço máximo e 15 min de repouso passivo. Em contrapartida, o grupo TRAD possuía uma sessão que poderia chegar até 38 min, sendo empregados 21 min em situação de esforço e 17 min em intervalos passivos. Assim, ao menos no presente estudo, considerando que o HIIT-MM requisitou investimento de tempo substancialmente menor que o grupo TRAD, sugerem-se novas investigações acerca de comparação entre HIIT-MM e outros modelos de treinamento considerados *time-efficiency*. Como limitações encontradas no presente estudo, encontram-se a ausência de um grupo controle, que realizasse apenas o treinamento tático e técnico do futebol, além de controle da dieta dos atletas envolvidos. No entanto, o processo de randomização realizado tende a atenuar vieses acerca de fatores de riscos basais conhecidos e desconhecidos. Assim, o presente estudo conclui que o HIIT-MM é um método de treinamento viável e eficiente para aprimorar variáveis de desempenho físico relacionadas à força, aptidão cardiorrespiratória e PMI de jovens atletas de futebol.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Ao final da presente investigação, do ponto de vista prático, existem achados importantes. Primeiramente, o manuscrito apoia a literatura científica que aponta que HIIT-MM é capaz de aprimorar força muscular de modo concomitante à resistência aeróbia, o que é solidamente reportado que não ocorre durante a aplicação do HIIT realizado de modo unimodal. Aos treinadores e preparadores físicos, são apresentados dois modelos de treinamento físico que se mostram eficientes para aprimorar diferentes e importantes capacidades físicas no âmbito de futebol. Ainda, o HIIT-MM pode ser uma escolha pertinente para os dias atuais, considerando o baixo custo e a otimização de tempo, o que é escasso na modalidade, otimizando o processo de treinamento físico.

RECONHECIMENTOS

Os pesquisadores desta pesquisa agradecem aos participantes que compuseram a amostra e a equipe de avaliadores que realizou a coleta de dados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- 1 Anđelković, M, Baralić, I, Đorđević, B, Stevuljević, JK, Radivojević, N, Dikić, N, Škodrić, SR, Stojković, M. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. *J Med Biochem* 34: 460-466, 2015.
- 2 Androulakis-Korakakis, P, Langdown, L, Lewis, A, Fisher, JP, Gentil, P, Paoli, A, Steele, J. Effects of exercise modality during additional “high-intensity interval training” on aerobic fitness and strength in powerlifting and strongman athletes. *J Strength Cond Res* 32: 450-457, 2018.
- 3 Astorino, TA, Allen, RP, Roberson, DW, Jurancich, M. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. *J Strength Cond Res* 26: 138-145, 2012.
- 4 Bangsbo, J, Iaia, FM, Krstrup, P. Metabolic response and fatigue in soccer. *Int J Sport Physiol* 2: 111-127, 2007.
- 5 Bangsbo, J, Iaia, FM, Krstrup, P. The Yo-Yo intermittent recovery test. *Sports Med* 38: 37-51, 2008.
- 6 Barrie, B. Concurrent Resistance Training Enhances Performance in Competitive Distance Runners: A Review and Programming Implementation. *Strength Cond J* 42: 97-106, 2020.
- 7 Benítez-Flores, S, Medeiros, AR, Voltarelli, FA, Iglesias-Soler, E, Doma, K, Simões, HG, Rosa, TS, Boullosa, DA. Combined effects of very short “all out” efforts during sprint and resistance training on physical and physiological adaptations after 2 weeks of training. *Eur. J. Appl. Physiol* 119: 1337-1351, 2019.
- 8 Brown, EC, Hew-Butler, T, Marks, CR, Butcher, SJ, Choi, MD. The Impact of Different High-Intensity Interval Training Protocols on Body Composition and Physical Fitness in Healthy Young Adult Females. *BioResearch open access* 7: 177-185, 2018.
- 9 Buchheit, M, Laursen, PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med* 43: 927-954, 2013.

- 10 Buckley, S, Knapp, K, Lackie, A, Lewry, C, Horvey, K, Benko, C, Trinh, J, Butcher S. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. *Appl Physiol Nutr Me* 40: 1157-1162, 2015.
- 11 Castagna, C, Manzi, V, Impellizzeri, F, Weston, M, Alvarez, JC. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. *J Strength Cond Res* 24: 3227-3233, 2010.
- 12 Cormie, P, McGuigan, MR, Newton, RU. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exer* 42: 1582–1598, 2010.
- 13 Perroni, F, Vetrano, M, Camolese, G, Guidetti, L, Baldari, C. Anthropometric and somatotype characteristics of young soccer players: Differences among categories, subcategories, and playing position. *J Strength Cond Res* 29: 2097-2104, 2015.
- 14 Durlak, JA. How to select, calculate, and interpret effect sizes. *J Pediatr Psychol* 34: 917-928, 2009.
- 15 Ferley, DD, Scholten, S, Vukovich, MD. Combined Sprint Interval, Plyometric, and Strength Training in Adolescent Soccer Players: Effects on Measures of Speed, Strength, Power, Change of Direction, and Anaerobic Capacity. *J Strength Cond Res* 34: 957-968, 2020.
- 16 Fermino, RC, Winiarski, ZH, da Rosa, RJ, Lorenci, LG, Buso, S, Simão, R. Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. *Rev Bras Ciênc Mov* 13: 25-32, 2008.
- 17 Germano, MD, Sindorf, MA, Crisp, AH, et al. Effect of Different Recoveries During HIIT Sessions on Metabolic and Cardiorespiratory Responses and Sprint Performance in Healthy Men. *J Strength Cond Res* 33: 1-9, 2019.
- 18 Gomez-Bruton, A, Gabel, L, Nettlefold, L, Macdonald, H, Race, D, McKay, H. Estimation of peak muscle power from a countermovement vertical jump in children and adolescents. *J Strength Cond Res* 33: 390-398, 2019.

- 19 Helgerud, J, Rodas, G, Kemi, OJ, Hoff, J. Strength and endurance in elite football players. *Int. J. Sports Med* 32: 677-682, 2011.
- 20 Hoff, J, Helgerud, J. Endurance and strength training for soccer players. *Sports Med* 34: 165-180, 2004.
- 21 Jackson, AS, Pollock, ML. Practical assessment of body composition. *Physician Sportsmed* 13: 76-90, 1985.
- 22 Kalapotharakos, V, Ziogas, G, Tokmakidis, S. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 25: 1502–1507, 2011.
- 23 Koral, J, Oranchuk, DJ, Herrera, R, Millet, GY. Six sessions of sprint interval training improves running performance in trained athletes. *J Strength Cond Res* 32: 617-623, 2018.
- 24 Krustup, P, Mohr, M, Amstrup, T, et al. The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Med Sci Sport Exer* 35: 697-705, 2003.
- 25 Kunz, P, Engel, FA, Holmberg, HC, Sperlich, B. A meta-comparison of the effects of high-intensity interval training to those of small-sided games and other training protocols on parameters related to the physiology and performance of youth soccer players. *Sports Med-open* 5: 1-13, 2019.
- 26 Laursen, PB. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. *Scand J Med Sci Sports* 20: 1-10, 2010.
- 27 Loturco, I, Jeffreys, I, Kobal, R, et al. Acceleration and speed performance of Brazilian elite soccer players of different age-categories. *J Hum Kinet* 64: 205-218, 2018.
- 28 Loturco, I, Kobal, R, Kitamura, K, et al. Mixed Training Methods: Effects of Combining Resisted Sprints or Plyometrics with Optimum Power Loads on Sprint and Agility Performance in Professional Soccer Players. *Front Physiol* 8: 1-9, 2017.

- 29 Loturco, I, Suchomel, T, Bishop, C, Kobal, R, Pereira, LA, McGuigan, M. One-repetition-maximum measures or maximum bar-power output: which is more related to sport performance?. *Int J Sports Physiol* 14: 33-37, 2019.
- 30 Loturco, I, Ugrinowitsch, C, Tricoli, V, Pivetti, B, Roschel, H. Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. *J Strength Cond Res* 27: 1791-1797, 2013.
- 31 Loturco, I, Ugrinowitsch, C, Tricoli, V, Pivetti, B, Roschel, H. Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. *J Strength Cond Res* 27: 1791-1797.
- 32 Lum, D, Tan, F, Pang, J, Barbosa, TM. Effects of intermittent sprint and plyometric training on endurance running performance. *J Sport Health Sci* 8: 471-477, 2019.
- 33 Maillard, F, Pereira, B, Boisseau, N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Med* 48: 269-88, 2018.
- 34 Markovic, G, Dizdar, D, Jukic, I, Cardinale, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *J Strength Cond Res* 18: 551-555, 2004.
- 35 Marques, MC, Gabbett, TJ, Marinho, DA, et al. Influence of strength, sprint running, and combined strength and sprint running training on short sprint performance in young adults. *Int J Sports Med* 94: 789-795, 2015.
- 36 Materko, W, Neves, CE, Santos, EL. Prediction model of a maximal repetition (1RM) based on male and female anthropometrical characteristics. *Rev Bras Med Esporte* 13: 27-31, 2007.
- 37 McRae, G, Payne, A, Zelt, JG, et al. Extremely low volume, whole-body aerobic-resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. *Appl Physiol Nutr Me* 37: 1124-1131, 2012.

- 38 Moir, G, Button, C, Glaister, M, Stone, MH. Influence of familiarization on the reliability of vertical jump and acceleration sprinting performance in physically active men. *J Strength Cond Res* 18: 276-280, 2004.
- 39 Myers, TR, Schneider, MG, Schmale, MS, Hazell, TJ. Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. *J Strength Cond Res* 29:1592-1600, 2015.
- 40 Pedersen, S, Heitmann, KA, Sagelv, EH, Johansen, D, Pettersen, SA. Improved maximal strength is not associated with improvements in sprint time or jump height in high-level female football players: a cluster-randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med* 1: 1-23, 2019.
- 41 Rago, V, Brito, J, Figueiredo, P, Krstrup, P, Rebelo, A. Application of Individualized Speed Zones to Quantify External Training Load in Professional Soccer. *J Hum Kinet* 72: 279-289, 2020.
- 42 Silva, RS, Souza, MF, da Silveira Costa, M, et al. Training load and body composition in adults practicing cyclical exercises. *BioRxiv* 1: 1-16, 2019
- 43 Sperlich, B, De Marées, M, Koehler, K, Linville, J, Holmberg, HC, Mester, J. Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *J Strength Cond Res* 25: 1271-1278, 2011.
- 44 Styles, WJ, Matthews, MJ, Comfort, P. Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. *J Strength Cond Res* 30: 1534-1539, 2016.
- 45 Tabata, I, Nishimura, K, Kouzaki, M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sport Exer* 28: 1327-1330, 1996.
- 46 Thompson, WR. Worldwide survey of fitness trends for 2019. *Acsm's Health Fit J* 22: 10-17, 2018.

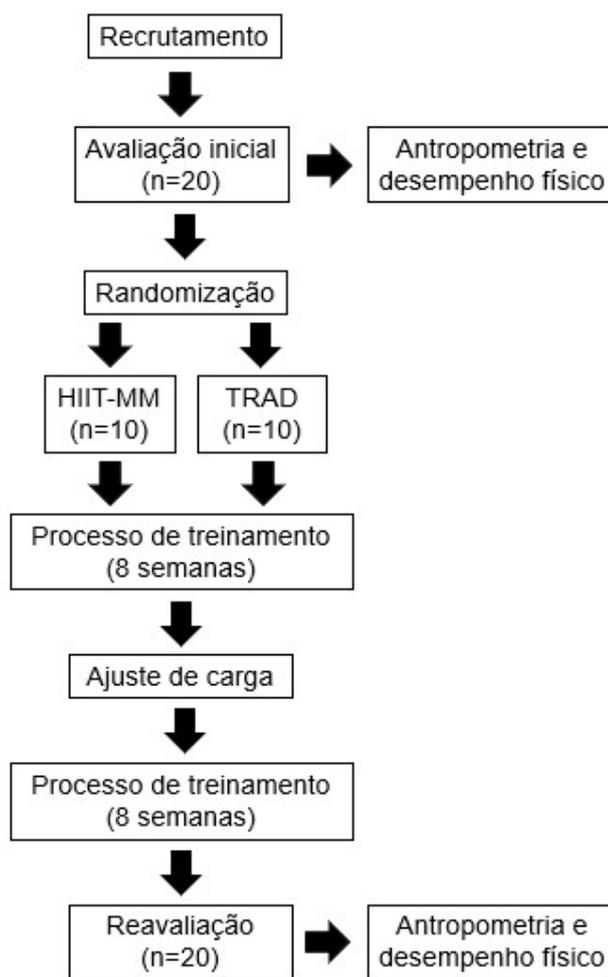
47 Ziemann, E, Grzywacz, T, Luszczuk, M, Laskowski, R, Olek, RA, Gibson, AL. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *J Strength Cond Res* 25: 1104-1112, 2011.

Tabela 1 – Planejamento semanas do grupo geral.

<u>Dia da semana</u>	<u>Turno</u>	
	Manhã	Tarde
Segunda-feira	Escola	Folga
Terça-feira	Escola	TF/TEC
Quarta-feira	Escola	TAT
Quinta-feira	Escola	TF/TEC
Sexta-feira	Escola	TEC
Sábado	Folga	TAT/TEC
Domingo	Concentração	Jogo oficial

TF= treinamento físico; TAT= treinamento tático; TEC= treinamento técnico.

Figura 1 – Delineamento do estudo.



*HIIT-MM, treinamento intervalado-multimodal; TRAD; grupo tradicional.

Tabela 2. Comportamento das variáveis antropométricas e de desempenho físico nos grupos HIIT-MM e TRAD nos momentos pré e pós.

	Grupo HIIT-multimodal (n=10)		Grupo Tradicional (n=10)		Momento F (p)	Grupo F (p)	Interação F (p)
	Pré	Pós	Pré	Pós			
Massa corporal (kg)	75,19 ± 6,99 ^a	74,18 ± 7,10 ^a	69,10 ± 6,89 ^a	69,41 ± 6,52 ^a	0,279 (0,604)	3,270 (0,087)	0,992 (0,333)
Gordura corporal (%)	9,42 ± 2,65 ^a	8,66 ± 2,25 ^a	8,00 ± 1,66 ^a	7,82 ± 1,89 ^a	2,277 (0,149)	1,533 (0,078)	0,877 (0,361)
RM supino reto (kg)	54,37 ± 9,49 ^a	73,60 ± 9,15 ^b	47,77 ± 10,28 ^a	66,89 ± 11,30 ^b	62,443 ($<0,001$)	3,806 (0,097)	0,001 (0,982)
RM levantamento-terra (kg)	105,51 ± 9,16 ^a	126,14 ± 17,21 ^b	100,67 ± 10,48 ^a	115,57 ± 13,17 ^c	42,077 ($<0,001$)	2,313 (0,146)	1,092 (0,310)
RM agachamento livre (kg)	94,53 ± 17,10 ^a	114,47 ± 21,06 ^b	91,36 ± 13,98 ^a	111,36 ± 16,0 ^b	74,433 ($<0,001$)	0,197 (0,662)	0,000 (0,989)
<i>Sprint</i> 10m (s)	1,54 ± 0,05 ^a	1,64 ± 0,10 ^b	1,55 ± 0,05 ^a	1,71 ± 0,09 ^b	35,922 ($<0,001$)	2,564 (0,144)	1,599 (0,238)
<i>Sprint</i> 20m (s)	2,98 ± 0,10 ^a	2,93 ± 0,13 ^a	2,93 ± 0,13 ^a	2,99 ± 0,12 ^a	0,088 (0,770)	0,092 (0,868)	3,547 (0,076)
SJ (cm)	22,86 ± 7,32 ^a	36,71 ± 3,56 ^{bc}	31,37 ± 3,82 ^a	36,18 ± 5,46 ^b	56,518 ($<0,001$)	3,976 (0,062)	13,265 (0,002)
CMJ (cm)	27,49 ± 8,16 ^a	37,98 ± 2,60 ^b	30,99 ± 3,87 ^a	35,74 ± 4,38 ^b	23,975 ($<0,001$)	0,135 (0,718)	3,375 (0,063)
PMI (W)	2305,14 ± 433,88 ^a	3021,07 ± 321,76 ^{bc}	2556,89 ± 333,25 ^a	2828,26 ± 483,71 ^b	43,115 ($<0,001$)	0,033 (0,858)	8,742 (0,008)
Resistência aeróbia máxima (m)	1116,00 ± 133,93 ^a	1516,00 ± 330,09 ^b	960,00 ± 271,29 ^a	1256,00 ± 293,45 ^b	37,929 ($<0,001$)	3,884 (0,064)	0,847 (0,370)
VO₂max (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	45,77 ± 1,12 ^a	49,13 ± 2,77 ^b	44,46 ± 2,27 ^a	46,95 ± 2,46 ^b	37,929 ($<0,001$)	30,527 (0,064)	0,847 (0,370)

*RM, repetições máximas; SJ, *squat jump*; CMJ, *countermovement jump*; PMI, potência de membros inferiores; VO₂max, consumo máximo de oxigênio.

^a Sem diferença significativa entre momentos ($p > 0,05$)

^b Diferença significativa entre momentos ($p < 0,05$)

^c Diferença entre grupos ($p < 0,05$)

Tabela 3. Dados de variação média, diferença percentual e tamanho de efeito nos grupos HIIT-MM e TRAD.

Variável	Grupo	Δ média	Teste-t	Diferença percentual (%)	Tamanho de efeito (classificação)
Massa corporal (kg)	Multimodal	-1,01 ± 3,23	0,135	-1,34	-0,05 (trivial)
	Tradicional	0,31 ± 2,66		0,44	0,01 (trivial)
Gordura corporal (%)	Multimodal	-0,76 ± 1,55	0,382	-8,06	-0,09 (trivial)
	Tradicional	-0,17 ± 1,20		-2,22	-0,03 (trivial)
RM supino reto (kg)	Multimodal	19,23 ± 12,11	0,162	35,36	0,66 (moderado)
	Tradicional	19,12 ± 9,41		40,02	0,60 (moderado)
RM levantamento-terra (kg)	Multimodal	20,63 ± 11,95	0,140	19,55	0,69 (moderado)
	Tradicional	14,90 ± 12,54		14,80	0,45 (trivial)
RM agachamento livre (kg)	Multimodal	19,94 ± 9,49	0,697	21,10	0,37 (trivial)
	Tradicional	20,00 ± 11,14		21,90	0,46 (trivial)
Sprint 10m (s)	Multimodal	0,10 ± 0,10	0,131	5,80	0,60 (moderado)
	Tradicional	0,16 ± 0,10		10,32	0,98 (grande)
Sprint 20m (s)	Multimodal	-0,04 ± 0,13	0,291	-1,67	-0,16 (trivial)
	Tradicional	0,06 ± 0,13		2,04	0,15 (trivial)
SJ (cm)	Multimodal	13,85 ± 6,28	0,800	60,58	0,63 (moderado)
	Tradicional	4,81 ± 4,70		15,33	0,40 (trivial)
CMJ (cm)	Multimodal	10,49 ± 7,69	0,181	38,15	0,43 (trivial)
	Tradicional	4,75 ± 6,19		15,32	0,40 (trivial)
PMI (W)	Multimodal	715,92 ± 374,00	0,079	31,05	0,54 (moderado)
	Tradicional	271,36 ± 293,60		10,61	0,26 (trivial)
Resistência aeróbia máxima (m)	Multimodal	400,00 ± 295,14	0,079	35,84	0,86 (grande)
	Tradicional	296,00 ± 201,00		30,83	0,35 (trivial)
VO₂max (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	Multimodal	3,36 ± 2,47	0,079	7,34	0,86 (grande)
	Tradicional	2,48 ± 1,69		5,60	0,35 (trivial)

*RM, repetições máximas; SJ, *Squat jump*; CMJ, *countermovement jump*; PMI, potência de membros inferiores; VO₂max, consumo máximo de oxigênio.

Arquivo suplementar 1 – Planejamento HIIT-MM

Segunda-feira	Quinta-feira
Em 60 seg	Em 60seg
Semana 1 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 2 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 3 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 4 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 5 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 6 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 7 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 8 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 9 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 10 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 11 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 12 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 13 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 14 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 15 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 16 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg

Arquivo suplementar 2 – Planejamento treinamento de força

TREINO DE FORÇA							
TREINO							
AQUECIMENTO							
EXERCÍCIO		SÉRIES	REPETIÇÕES ou TEMPO SOB TENSÃO			CARGA	
Agachamento livre		1	15			Sem carga externa	
Flexão		1	10-15			Sem carga externa	
Prancha		1	Até falha muscular			Sem carga externa	
PARTE PRINCIPAL							
EXERCÍCIO	ORDEM	ORGANIZAÇÃO	SÉRIES	REPETIÇÕES	VELOCIDADE	CARGA	INTERVALO
Agachamento livre com barra	1	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	<15" entre blocos 60" entre séries
Agachamento afundo	2	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Cadeira extensora	3	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	45"
Stiff	4	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Adutor	5	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Abdutor	6	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Supino reto	7	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Remada alta	8	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento Arnold	9	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento com halteres	10	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	35"
Abdominal remador	11	Tradicional	2	8 - 10	1020	Sem carga externa	20"

MC; massa corpora

5 Considerações finais - Nota à imprensa

(Rousseau Silva da Veiga)

5 Considerações finais

A busca acerca de novas possibilidades de treinamento físico que viabilizam o aumento de performance de atletas é um dos norteadores das ciências do esporte. Considerando isto, o Laboratório de Estudos em Esporte Coletivo, realizou um processo de intervenção no âmbito do Projeto De Extensão Futebol de alto rendimento, através de uma parceria entre a Universidade Federal de Pelotas e o Grêmio Esportivo Brasil. O objetivo do mesmo era verificar o efeito de um treinamento experimental (HIIT-MM), que sugere ganhos de força e de resistência aeróbia podem ser obtidos de modo paralelo, sendo este, comparado ao treinamento de força realizado tradicionalmente na modalidade.

Ao final estudo, o manuscrito apoia a literatura científica que aponta que HIIT-MM é capaz de aprimorar força muscular de modo concomitante à resistência aeróbia, quando aplicado em atletas de futebol. Aos treinadores e preparadores físicos, são apresentados dois modelos de treinamento físico que se mostram eficientes para aprimorar diferentes e importantes capacidades físicas no âmbito de futebol. Ainda, o HIIT-MM pode ser uma escolha pertinente para os dias atuais, considerando o baixo custo e a otimização de tempo, o que é escasso na modalidade, otimizando o processo de treinamento físico.

REFERÊNCIAS

ABAD, C. et al. Efeito do destreinamento na composição corporal e nas capacidades de salto vertical e velocidade de jovens jogadores da elite do futebol brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 9, n. 3, p. 124-130, 2016.

ANDELKOVIĆ, Marija et al. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. **Journal of medical biochemistry**, v. 34, n. 4, p. 460-466, 2015.

ANDROULAKIS-KORAKAKIS, Patroklos et al. Effects of exercise modality during additional “high-intensity interval training” on aerobic fitness and strength in powerlifting and strongman athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 2, p. 450-457, 2018.

ARAZI, Hamid et al. Effects of heart rate vs. speed-based high intensity interval training on aerobic and anaerobic capacity of female soccer players. **Sports**, v. 5, n. 3, p. 57, 2017.

ASCHEENDORF, Paula F. et al. Effects of basketball-specific high-intensity interval training on aerobic performance and physical capacities in youth female basketball players. **The Physician and sportsmedicine**, v. 47, n. 1, p. 65-70, 2019.

ASTORINO, Todd A. et al. Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO₂max, and muscular force. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 138-145, 2012.

BALDI, Marcelo et al. Repeated sprint ability in soccer players: associations with physiological and neuromuscular factors. **J Sports Med Phys Fitness**, 2016.

BANGSBO, Jens; IAIA, F. Marcello; KRUSTRUP, Peter. The Yo-Yo intermittent recovery test. **Sports medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

BANGSBO, Jens; IAIA, F. Marcello; KRUSTRUP, Peter. The Yo-Yo intermittent recovery test. **Sports medicine**, v. 38, n. 1, p. 37-51, 2008.

BANGSBO, Jens; IAIA, Fedon Marcello; KRUSTRUP, Peter. Metabolic response and fatigue in soccer. **International journal of sports physiology and performance**, v. 2, n. 2, p. 111-127, 2007.

BARRIE, Brittny. Concurrent Resistance Training Enhances Performance in Competitive Distance Runners: A Review and Programming Implementation. **Strength & Conditioning Journal**, v. 42, n. 1, p. 97-106, 2020.

BELGHAZI, Jalil et al. Validation of four automatic devices for self-measurement of blood pressure according to the International Protocol of the European Society of Hypertension. **Vascular health and risk management**, v. 3, n. 4, p. 389, 2007.

BENÍTEZ-FLORES, Stefano et al. Combined effects of very short “all out” efforts during sprint and resistance training on physical and physiological adaptations after 2 weeks of training. **European journal of applied physiology**, p. 1-15, 2019.

BILLAT, L. Véronique. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.

BORG, Gunnar A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Med sci sports exerc**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BRASIL. Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos; Resolução 251, de 05 de agosto de 1997. In: Conselho Nacional de Saúde, Brasília: Ministério da Saúde; 1996.

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

BROWN, Elise C. et al. The Impact of Different High-Intensity Interval Training Protocols on Body Composition and Physical Fitness in Healthy Young Adult Females. **BioResearch open access**, v. 7, n. 1, p. 177-185, 2018.

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.313–38, 2013a.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part II **Sports medicine**, v. 43, n. 10, p. 927-954, 2013b.

BUCKLEY, Stephanie et al. Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1157-1162, 2015.

BUJALANCE-MORENO, Pascual; LATORRE-ROMÁN, Pedro Ángel; GARCÍA-PINILLOS, Felipe. A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. **Journal of sports sciences**, p. 1-29, 2018.

BUJALANCE-MORENO, Pascual; LATORRE-ROMÁN, Pedro Ángel; GARCÍA-PINILLOS, Felipe. A systematic review on small-sided games in football players: Acute and chronic adaptations. **Journal of sports sciences**, v. 37, n. 8, p. 921-949, 2019.

CASTAGNA, Carlo et al. Relationship between endurance field tests and match performance in young soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 12, p. 3227-3233, 2010.

COCKCROFT, Emma J. et al. The effects of two weeks high-intensity interval training on fasting glucose, glucose tolerance and insulin resistance in adolescent boys: a pilot study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 29, 2019.

CORMIE, Prue; MCGUIGAN, Michael R.; NEWTON, Robert U. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 42, n. 8, p. 1582-1598, 2010.

COSWIG, V. S.; NEVES, AH Silva; DEL VECCHIO, F. B. Características físicas e desempenho motor no jiu-jitsu brasileiro: estudo com iniciantes e experientes na modalidade. **Lecturas Educación Física y Deportes (Buenos Aires)**, 2011.

COSWIG, Victor et al. Exercício intermitente de alta intensidade como alternativa na reabilitação cardiovascular: uma metanálise. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 20, n. 4, p. 340-340, 2015.

DA SILVA, Raquel Suelen Brito et al. Training load and body composition in adults practicing cyclical exercises. **BioRxiv**, p. 520189, 2019.

DAL PUPO, Juliano et al. Potência muscular e capacidade de sprints repetidos em jogadores de futebol. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 12, n. 4, 2010.

DEL VECCHIO, Fabrício Boscolo et al. Relações entre aptidão física, concentração de creatina quinase e variabilidade da frequência cardíaca em alunos do NPOR de Pelotas/RS. **Pensar a Prática**, v. 18, n. 2, 2015.

DEL VECCHIO, Fabricio; GALLIANO, Leony; COSWIG, Victor. Aplicações do exercício intermitente de alta intensidade na síndrome metabólica. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 18, n. 6, p. 669-669, 2013.

DELLAL, Alexandre et al. Physical and technical activity of soccer players in the French First League-with special reference to their playing position. **International SportMed Journal**, v. 11, n. 2, p. 278-290, 2010.

DURLAK, Joseph A. How to select, calculate, and interpret effect sizes. **Journal of pediatric psychology**, v. 34, n. 9, p. 917-928, 2009.

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

FANCHINI, Maurizio et al. Effect of bout duration on exercise intensity and technical performance of small-sided games in soccer. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 453-458, 2011.

FERLEY, Derek D.; SCHOLTEN, Shane; VUKOVICH, Matthew D. Combined Sprint Interval, Plyometric, and Strength Training in Adolescent Soccer Players: Effects on Measures of Speed, Strength, Power, Change of Direction, and Anaerobic Capacity. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 34, n. 4, p. 957-968, 2020.

FERMINO, Rogério César et al. Influência do aquecimento específico e de alongamento no desempenho da força muscular em 10 repetições máximas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 4, p. 25-32, 2008.

GERMANO, Moisés D. et al. Effect of Different Recoveries During HIIT Sessions on Metabolic and Cardiorespiratory Responses and Sprint Performance in Healthy Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2019.

GIBALA, Martin J.; JONES, Andrew M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. In: **Limits of Human Endurance**. Karger Publishers, p. 51-60, 2013.

GOMES, Rayana L. et al. Dynamics of Heart Rate Responses to Exercise in Normotensive Men. **Indian Journal of Physiology and Pharmacology**, p. 20-31, 2018.

GOMEZ-BRUTON, Alejandro et al. Estimation of peak muscle power from a countermovement vertical jump in children and adolescents. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 33, n. 2, p. 390-398, 2019.

HELGERUD, Jan et al. Strength and endurance in elite football players. **International journal of sports medicine**, v. 32, n. 9, p. 677, 2011.

HERMASSI, Souhail et al. Short-term effects of combined high-intensity strength and sprint interval training on anthropometric characteristics and physical performance of elite team handball players. **Sportverletzung· Sportschaden**, v. 31, n. 04, p. 231-239, 2017.

HOFF, Jan; HELGERUD, Jan. Endurance and strength training for soccer players. **Sports medicine**, v. 34, n. 3, p. 165-180, 2004.

HOWATSON, Glyn; MILAK, Adi. Exercise-induced muscle damage following a bout of sport specific repeated sprints. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2419-2424, 2009.

JACKSON, Andrew S.; POLLOCK, Michael L. Generalized equations for predicting body density of men. **British journal of nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

KALAPOTHARAKOS, Vasilios I.; ZIOGAS, George; TOKMAKIDIS, Savvas P. Seasonal aerobic performance variations in elite soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1502-1507, 2011.

KAUTZA, Benjamin; KASTELLO, Gary; SOTHMANN, Mark. Validação do analisador metabólico portátil VO2000 da MedGraphics e um pneumotacômetro modificado. **Medicina e Ciência em Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, 2004.

KENTTÄ, Göran; HASSMÉN, Peter. Overtraining and recovery. **Sports medicine**, v. 26, n. 1, p. 1-16, 1998.

KORAL, Jerome et al. Six sessions of sprint interval training improves running performance in trained athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v. 32, n. 3, p. 617, 2018.

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.

KUNZ, Philipp et al. A Meta-Comparison of the Effects of High-Intensity Interval Training to Those of Small-Sided Games and Other Training Protocols on Parameters Related to the Physiology and Performance of Youth Soccer Players. **Sports medicine-open**, v. 5, n. 1, p. 7, 2019.

LAURSEN, Paul B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 1-10, 2010.

LOPES, Charles Ricardo et al. O efeito do período competitivo e novo ciclo de periodização nas capacidades físicas de jogadores de futebol. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 3, n. 9, 2012.

LOTURCO, Irineu et al. Acceleration and speed performance of Brazilian elite soccer players of different age-categories. **Journal of human kinetics**, v. 64, n. 1, p. 205-218, 2018.

LOTURCO, Irineu et al. Different loading schemes in power training during the preseason promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1791-1797, 2013.

LOTURCO, Irineu et al. Mixed training methods: effects of combining resisted sprints or plyometrics with optimum power loads on sprint and agility performance in professional soccer players. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 1034, 2017.

LOTURCO, Irineu et al. One-repetition-maximum measures or maximum bar-power output: Which is more related to sport performance?. **International journal of sports physiology and performance**, v. 14, n. 1, p. 33-37, 2019.

LUM, Danny et al. Effects of intermittent sprint and plyometric training on endurance running performance. **Journal of sport and health science**, v. 8, n. 5, p. 471-477, 2019.

MAILLARD, Florie; PEREIRA, Bruno; BOISSEAU, Nathalie. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 2, p. 269-288, 2018.

MARGOTI, Tarcísio. Comparação de resultado entre as equações de composição corporal de Jackson & Pollock de três e sete dobras cutâneas. **Fitness & performance journal**, n. 3, p. 191-198, 2009.

MARKOVIC, Goran et al. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 18, n. 3, p. 551-555, 2004.

MARQUES, M. C. et al. Influence of strength, sprint running, and combined strength and sprint running training on short sprint performance in young adults. **International journal of sports medicine**, v. 94, n. 10, p. 789-795, 2015.

MATERKO, Wollner; NEVES, Carlos Eduardo Brasil; SANTOS, Edil Luis. Prediction model of a maximal repetition (1RM) based on male and female anthropometrical characteristics. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 1, p. 27-32, 2007.

MCRAE, Gill et al. Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1124-1131, 2012.

MELCHIORRI, G. et al. Detraining in young soccer players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 54, n. 1, p. 27-33, 2014.

MOHR, Magni; KRUSTRUP, Peter; BANGSBO, Jens. Fatigue in soccer: a brief review. **Journal of sports sciences**, v. 23, n. 6, p. 593-599, 2005.

MOREIRA, Alexandre et al. Is the technical performance of young soccer players influenced by hormonal status, sexual maturity, anthropometric profile, and physical performance?. **Biology of sport**, v. 34, n. 4, p. 305, 2017.

MUJIKA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part I. **Sports Medicine**, v. 30, n. 2, p. 79-87, 2000a.

MUJIKA, Iñigo; PADILLA, Sabino. Detraining: loss of training-induced physiological and performance adaptations. Part II. **Sports Medicine**, v. 30, n. 3, p. 145-154, 2000b.

MYERS, Terrence R. et al. Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592-1600, 2015.

NAKAMURA, Fabio Yuzo; MOREIRA, Alexandre; AOKI, Marcelo Saldanha. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável. **Journal of physical education**, v. 21, n. 1, p. 1-11, 2010.

NETO, Falk; HENRIQUE, Joao; KENNEDY, Michael D. The Multimodal Nature of High-Intensity Functional Training: Potential Applications to Improve Sport Performance. **Sports**, v. 7, n. 2, p. 33, 2019.

OLIVEIRA, Rafael et al. In-season internal and external training load quantification of an elite European soccer team. **PloS one**, v. 14, n. 4, p. e0209393, 2019.

OWEN, Adam L. et al. Heart rate–based training intensity and its impact on injury incidence among elite-level professional soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1705-1712, 2015.

PERRELLA, Marianna Marques; NORIYUKI, Patrícia Sayuri; ROSSI, Luciana. Avaliação da perda hídrica durante treino intenso de rugby. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 4, p. 229-232, 2005.

PERRONI, Fabrizio et al. Anthropometric and somatotype characteristics of young soccer players: Differences among categories, subcategories, and playing position. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 29, n. 8, p. 2097-2104, 2015.

RAGO, Vincenzo et al. Application of Individualized Speed Zones to Quantify External Training Load in Professional Soccer. **Journal of Human Kinetics**, v. 72, n. 1, p. 279-289, 2020.

READ, Dale B. et al. Maximum running intensities during English academy rugby union match-play. **Science and Medicine in Football**, v. 3, n. 1, p. 43-49, 2019.

ROBINEAU, Julien et al. Concurrent training in rugby sevens: effects of high-intensity interval exercises. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 3, p. 336-344, 2017.

SAWKA, Michael N.; NOAKES, Timothy D. Does dehydration impair exercise performance?. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 39, n. 8, p. 1209, 2007.

SERTIE, Rogério AL et al. The mechanisms involved in the increased adiposity induced by interruption of regular physical exercise practice. **Life sciences**, v. 222, p. 103-111, 2019.

SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Proposta de bateria de testes físicos para jovens jogadores de futebol e dados normativos. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 7, n. 1, p. 13-19, 2015.

SIRI, William E. et al. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for measuring body composition**, v. 61, p. 223-244, 1961.

ŚLIWOWSKI, R. et al. Changes in the anaerobic threshold in an annual cycle of sport training of young soccer players. **Biology of sport**, v. 30, n. 2, p. 137, 2013.

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.

SPORIS, Goran; RUZIC, Lana; LEKO, Goran. The anaerobic endurance of elite soccer players improved after a high-intensity training intervention in the 8-week conditioning program. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 559-566, 2008.

STYLES, William J.; MATTHEWS, Martyn J.; COMFORT, Paul. Effects of strength training on squat and sprint performance in soccer players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 6, p. 1534-1539, 2016.

TABATA, Izumi et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and $\dot{V}O_{2\max}$. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 28, p. 1327-1330, 1996.

THOMPSON, Walter R. Worldwide survey of fitness trends for 2019. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 22, n. 6, p. 10-17, 2018.

THOMPSON, Walter R. Worldwide survey of fitness trends for 2019. **ACSM's Health & Fitness Journal**, v. 22, n. 6, p. 10-17, 2018.

VIAÑO-SANTASMARINAS, Jorge et al. Effects of high-intensity interval training with different interval durations on physical performance in handball players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 12, p. 3389-3397, 2018.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. Physical status: The use of and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. 1995.

ZACHAROGIANNIS, Elias; PARADISIS, Giorgos; TZIORTZIS, Stavros. An evaluation of tests of anaerobic power and capacity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 5, p. S116, 2004.

ZIEMANN, Ewa et al. Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 1104-1112, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE I. TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO TERMO DE ASSENTIMENTO DO MENOR

Título da pesquisa:

“Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em atletas de futebol”.

Rousseau Silva da Veiga Tel: (53) 98452-2219 UFPel
Eraldo dos Santos Pinheiro Tel: (53) 98162-6202- Prof. Dr. UFPel

Você está sendo convidado para participar da pesquisa **Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol**. Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Nesta pesquisa, queremos saber os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol.

Os adolescentes que irão participar dessa pesquisa têm de 15 a 17 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

A pesquisa será feita na ESEF/UFPel, onde os adolescentes participarão de um programa de treinamento físico. Para isso, serão utilizados materiais para a realização dos exercícios, bem como materiais para avaliação fisiológica. O uso dos materiais e instrumentos são considerados seguros, mas podem haver riscos e desconfortos relacionados à sua participação neste estudo, que são decorrentes do procedimento de coleta, especialmente nos testes fisiológicos, onde ocorrerão retiradas de pequenas amostras de sangue (em polpa digital), e do esforço realizado durante as sessões, que deverá gerar fadiga próxima à exaustão, como: Mal-estar, cianose, vertigem, queda de pressão, náusea, vômito, dor muscular nos dias seguintes aos testes. Os demais procedimentos do estudo não acarretam em riscos físicos maiores que os existentes na prática da modalidade, de qualquer forma, os pesquisadores são treinados e aptos a prestar atendimento básico de urgência em caso de acidente eventual. Os mesmos ficam encarregados de acionar os serviços competentes (SAMU) para que o indivíduo com agravo seja levado ao centro de atendimento mais próximo, os pesquisadores acompanharão você até a entrega para um profissional competente para o seu atendimento. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones (53) 98452-2219 do pesquisador Rousseau Silva da Veiga ou pelo telefone (53) 98162-6202, do Pesquisador Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro.

Mas há coisas boas que podem acontecer, como: treinamento físico, acompanhado por profissionais capacitados; dados sobre seu desempenho físico e perfil antropométrico; reavaliação após o período de recesso realizado pelo clube; e recebimento de cópia impressa dos resultados finais e recebimento de um laudo contendo todos os seus resultados ao final da pesquisa para que possam ser utilizados na adequação do seu treinamento.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar as adolescentes que participaram da pesquisa. Quando terminarmos a pesquisa Quando terminarmos a pesquisa, divulgaremos os resultados através de artigos científicos da área, além de entregar para você e seu clube uma planilha com os dados obtidos sobre o seu desempenho.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar ou a pesquisador Prof. Dr. Eraldo dos Santos Pinheiro. Eu escrevi os telefones na parte de cima desse texto.

Eu _____ aceito participar da pesquisa **“Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em jovens atletas de futebol”**, que tem o objetivo mensurar os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

Pelotas/RS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do(a) menor

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE II. TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Eraldo dos Santos Pinheiro

Instituição: Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Luís de Camões, 625.

Telefone: (53) 98162-6202

Concordo em participar do estudo "Efeitos fisiológicos e neuromusculares do exercício intermitente de alta intensidade-multimodal em atletas de futebol". Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

PROCEDIMENTOS: Fui informado de que o objetivo geral será medir os efeitos de um programa de HIIT-MM em variáveis antropométricas, de desempenho e fisiológicas em jovens atletas de futebol, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá realizar treinamento físico de força sistemático, duas vezes por semana, com sessões de 1h, durante o período de 16 semanas.

RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES: Fui informado que os riscos referem-se aos procedimentos de coleta, especialmente nos testes fisiológicos, onde ocorrerão retiradas de pequenas amostras de sangue (em polpa digital), e do esforço realizado durante as sessões, que deverá gerar fadiga próxima à exaustão, como: Mal-estar, cianose, vertigem, queda de pressão, náusea, vômito, dor muscular nos dias seguintes aos testes.

BENEFÍCIOS: Treinamento físico, acompanhado por profissionais capacitados; dados sobre seu desempenho físico e perfil antropométrico; reavaliação após o período de recesso realizado pelo clube; e recebimento de cópia impressa dos resultados finais e recebimento de um laudo contendo todos os seus resultados ao final da pesquisa para que possam ser utilizados na adequação do seu treinamento.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA: Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

DESPESAS: Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

CONFIDENCIALIDADE: Estou ciente de que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

CONSENTIMENTO: Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: _____ Identidade: _____

ASSINATURA: _____ DATA: ____ / ____ / _____

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR: Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone:(53)3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL _____

APÊNDICE III. ANAMNESE

ANAMNESE

Nome: _____ D.Nasc.: ____/____/____

Naturalidade: _____ Nacionalidade: _____

Endereço: _____

Fone: _____ (Res.), _____ (Cel) e-mail: _____

Peso: _____ Kg. Estatura: _____ m.

1) Sua família reside em Pelotas? _____

2) Qual seu objetivo no clube?

3) Há quanto tempo você está inserido no clube?

4) Você já atuou por outros clubes anteriormente?

5) Pratica atividade física fora das dependências do clube? Sim Não

4.1) Qual (is) e a quanto tempo?

4.2) Quantas vezes por semana?

4.3) Se não pratica, já praticou? Sim Não

Qual (is) e por quanto tempo?

4.4) E a quanto tempo deixou de praticar?

6) Faz quantas refeições por dia? 1 2 3 4 5 Mais de 5

7) Você segue alguma dieta prescrita por profissional? Sim Não

8) Usa suplementação alimentar? Sim Não

7.1) Se sim, quem recomendou? _____

9) Dorme quantas horas por noite? _____

10) É fumante? Sim Não

9.1) Se sim, quantos cigarros por dia? _____

9.2) Se parou, a quanto tempo? _____

11) Consome bebida alcoólica? Quais?

Com que frequência semanal? _____

Tem ou teve recentemente uma ou mais das patologias abaixo:

- | | | |
|--|---|-----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Problemas cardíacos | <input type="checkbox"/> Problemas pulmonares | <input type="checkbox"/> Tonturas |
| <input type="checkbox"/> Hipertensão | <input type="checkbox"/> Bronquite | <input type="checkbox"/> Asma |
| <input type="checkbox"/> Colesterol elevado | <input type="checkbox"/> Glicose elevada | <input type="checkbox"/> Diabetes |
| <input type="checkbox"/> Convulsões | <input type="checkbox"/> Fratura óssea | <input type="checkbox"/> Cirurgia |
| <input type="checkbox"/> Dor de cabeça frequente | | |

APÊNDICE IV. PLANEJAMENTO DO TREINO DE FORÇA

TREINO DE FORÇA							
TREINO							
AQUECIMENTO							
EXERCÍCIO		SÉRIES	REPETIÇÕES ou TEMPO SOB TENSÃO			CARGA	
Agachamento livre		1	15			Sem carga externa	
Flexão		1	10-15			Sem carga externa	
Prancha		1	Até falha muscular			Sem carga externa	
PARTE PRINCIPAL							
EXERCÍCIO	ORDEM	ORGANIZAÇÃO	SÉRIES	REPETIÇÕES	VELOCIDADE	CARGA	INTERVALO
Agachamento livre com barra	1	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	<15" entre blocos 60" entre séries
Agachamento afundo	2	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Cadeira extensora	3	Tradicional	3	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	45"
Stiff	4	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Adutor	5	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Abdutor	6	Tradicional	2	8 - 10	1020	55-60% de 1RM	30"
Supino reto	7	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Remada alta	8	Tradicional	3	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento Arnold	9	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	45"
Desenvolvimento com halteres	10	Tradicional	2	8 - 10	1020	45-50% de 1RM	35"
Abdominal remador	11	Tradicional	2	8 - 10	1020	Sem carga externa	20"

APÊNDICE V. PLANEJAMENTO DO TREINO HIIT-Multimodal

Segunda-feira	Quinta-feira
Em 60 seg	Em 60seg
Semana 1 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 2 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 3 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 4 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 5 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 6 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 7 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 8 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 9 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 10 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 11 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 12 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 13 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg
Semana 14 6-8 Agachamento livre com barra 8-10 Rosca direta Salto vertical até o final dos 60seg	6-8 Remada cavalinho 8-10 Sissy Squat Slam Ball até o final dos 60seg
Semana 15 6-8 Stiff 8-10 Extensão tríceps Skipping até o final dos 60seg	6-8 Push press 8-10 Panturrilha Wall ball até o final dos 60seg
Semana 16 6-8 Levantamento terra 8-10 Elevação lateral Polichinelo até o final dos 60seg	6-8 Floor press 8-10 Nórdico Corda naval até o final dos 60seg

