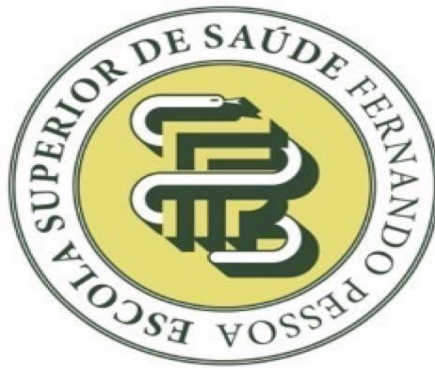




Escola Superior de Saúde
Fernando Pessoa
Licenciatura em Fisioterapia
Projeto de Graduação

**O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto
de recreação: uma revisão sistemática**

Theo Jean-Guy Louis Vidal
Estudante de Fisioterapia
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
42817@ufp.edu.pt

Prof. Dr. Rui Antunes Viana
Professor Coordenador
Escola Superior de Saúde Fernando Pessoa
ruiav@ufp.edu.pt

Porto, Maio de 2025

Resumo

Introdução: O treino intervalado de alta intensidade (HIIT) é conhecido por melhorar a capacidade cardiorrespiratória, inclusive em indivíduos ativos. Esta revisão sistemática analisou os efeitos do HIIT, em diferentes formatos, sobre a função pulmonar, VO_{2max} , potência muscular e parâmetros cardiovasculares, em comparação com um grupo controle (GC) ou treino contínuo de intensidade moderada (MICT). **Metodologia:** A revisão seguiu as diretrizes PRISMA. As buscas foram feitas nas bases PubMed, WOS e PEDro, visando identificar ensaios clínicos randomizados (ECR) que comparassem HIIT com GC ou MICT. A qualidade metodológica foi avaliada pela escala PEDro. **Resultados:** Cinco estudos (173 participantes) foram incluídos, com qualidade metodológica média de 5,2/10 na escala PEDro. Apesar da heterogeneidade dos protocolos, o HIIT apresentou efeitos positivos sobre o VO_{2max} , desempenho aeróbico, potência e parâmetros cardíacos, superando consistentemente o GC e o MICT, especialmente nas adaptações cardiovasculares. **Conclusão:** O HIIT é uma estratégia eficaz e versátil para melhorar a aptidão cardiorrespiratória de adultos treinados ou moderadamente ativos, com benefícios mesmo em curto prazo. Sua aplicação é promissora em contextos desportivos, recreativos e de reabilitação ativa. **Palavras-chave:** Atletas amadores; Desportos recreativos; HIIT; MICT

Abstract

Introduction: HIIT improves cardiorespiratory fitness even in active individuals. This systematic review analyzed the effects of HIIT, in different formats, on lung function, VO_{2max} , muscular power, and cardiovascular parameters, compared to a CG or MICT. **Methods:** Following PRISMA guidelines, searches were conducted in PubMed, WOS, and PEDro to identify RCTs comparing HIIT with CG or MICT. Methodological quality was assessed using the PEDro scale. **Results:** Five studies, 173 participants were included, with a mean PEDro score of 5.2/10. Despite protocol heterogeneity, HIIT showed positive effects on VO_{2max} , aerobic performance, power, and cardiac parameters, consistently outperforming CG and MICT, especially in cardiovascular adaptations. **Conclusion:** HIIT proves to be an effective and versatile strategy to enhance cardiorespiratory in trained or moderately active adults, with benefits evident even after short-term interventions. It is applicable in sports, recreational, and active rehabilitation settings. **Keywords:** Amateur sports; HIIT; MICT; Recreational athletes;

1. Introdução

O Treino Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) é uma modalidade de exercício caracterizada pela alternância entre curtos períodos de esforço intenso e fases de recuperação ativa ou passiva. Inicialmente desenvolvido em contextos de alto rendimento desportivo, o HIIT demonstrou ser eficaz na melhoria da capacidade cardiorrespiratória, mesmo em indivíduos fisicamente ativos, o que favoreceu sua adoção crescente entre populações não atléticas (Higgins et al., 2016; Engel et al., 2018; Wen et al., 2019).

A capacidade cardiorrespiratória, comumente avaliada pelo consumo máximo de oxigênio (VO_2max), é considerada um importante preditor de saúde cardiovascular e longevidade. O HIIT mostrou grande potencial para induzir adaptações fisiológicas centrais, como aumento do débito cardíaco e do volume sistólico, e periféricas, como maior oxigenação muscular e eficiência metabólica (Astorino et al., 2017; Helgerud et al., 2007). Além disso, estudos destacam seus efeitos positivos sobre a função pulmonar, ventilação minuto, variabilidade da frequência cardíaca e frequência cardíaca máxima (Higgins et al., 2016; Gripp et al., 2021). O desempenho físico global incluindo velocidade, resistência, potência muscular e tolerância ao esforço também parece ser beneficiado pelo HIIT, mesmo com intervenções de curta duração (Schumann et al., 2015; Engel et al., 2018; Astorino et al., 2012).

Nos últimos anos, o HIIT consolidou-se como uma estratégia amplamente incorporada em ambientes fitness, especialmente entre praticantes de desportos recreativos. Essa popularidade crescente deve-se à sua eficácia comprovada em melhorar rapidamente a aptidão cardiorrespiratória, oferecendo ao mesmo tempo uma alternativa mais flexível e menos demorada do que os métodos contínuos tradicionais (Higgins et al., 2016; Wen et al., 2019; Martland et al., 2019).

A versatilidade dos protocolos de HIIT incluindo variações como o *Sprint Interval Training* (SIT) e os intervalos longos (ex.: 4×4 min) permite sua aplicação em diferentes contextos desportivos, reabilitativos e recreacionais (Weston et al., 2014; Germano et al., 2022). Contudo, a diversidade dos métodos, das intensidades, das durações e dos perfis populacionais avaliados torna desafiadora a padronização dos efeitos obtidos.

Além de seu uso no treino desportivo e recreativo, o HIIT vem sendo progressivamente incorporado na prática fisioterapêutica, especialmente na reabilitação de pacientes com doenças cardiometabólicas. A aplicação de protocolos de HIIT em ambientes clínicos têm

O impacto do exercício de alta intensidade nas capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação mostrado segurança e eficácia, sendo uma alternativa viável para melhorar a capacidade funcional, a saúde cardiovascular e a qualidade de vida dos pacientes. Revisões sistemáticas evidenciam que o HIIT pode ser integrado com sucesso aos programas de fisioterapêutica, gerando adaptações similares ou superiores ao treinamento contínuo moderado (MICT), com menor tempo total de exercício (Weston et al., 2014).

Assim, uma revisão sistemática focada em praticantes de desportos recreativos é pertinente para consolidar as evidências sobre os efeitos do HIIT na função pulmonar, na capacidade cardiorrespiratória e em outros parâmetros fisiológicos. O objetivo deste trabalho é analisar os efeitos do HIIT sobre a função pulmonar, a capacidade cardiorrespiratória, a potência muscular e os parâmetros cardiovasculares, comparando-os com grupos controle (GC) ou submetidos ao MICT.

2. Metodologia

2.1 Protocolo e registo

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com o Itens de Relatórios Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) (Page et al., 2021), e foi registrada no registro Internacional Prospectivo de Revisões Sistemáticas PROSPERO. (CRD420251053773).

2.2 Critérios de seleção

Esta revisão sistemática foi desenvolvida seguindo a estratégia PICO:

População: Praticantes de desporto de recreação com idades entre 18 e 50 anos; intervenção: HIIT; comparação: GC ou o MICT; *outcome*: função respiratória e capacidade cardiorrespiratória. Os critérios de inclusão foram: (1) ensaios clínicos randomizados (ECR); (2) participantes com idades entre 18 e 50 anos, praticantes regulares de atividade física; (3) estudos comparando um protocolo de treino HIIT com um GC ou o treino MICT; (4) avaliação de parâmetros de função respiratória (VO₂max, capacidade vital, volume expiratório forçado no primeiro segundo); (5) artigos publicados em inglês, francês ou português; (6) estudos com pontuação igual ou superior a 5/10 na escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro).

Os critérios de exclusão incluíram estudos com participantes portadores de patologias cardíacas, respiratórias ou neurológicas, bem como aqueles com lesões músculo-esqueléticas recentes ou em curso.

2.3 Estratégia de pesquisa

Esta revisão sistemática foi realizada de acordo com as diretrizes PRISMA 2020. A pesquisa foi realizada entre janeiro e abril de 2025 em três bases de dados: PubMed, *Web of Science* e *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro).

As seguintes palavras-chave foram usadas: "high-intensity interval training", "HIIT", "interval training", "athletes", "sports", "athletic performance", "respiratory function", "pulmonary function", "cardiorespiratory fitness" e "aerobic capacity", combinados usando os operadores booleanos AND e OR. Nas bases de dados PubMed e Web of Science, a expressão de pesquisa seguinte foi aplicada:

("high-intensity interval training" OR "HIIT" OR "interval training") AND (athletes OR sports OR "athletic performance") AND ("respiratory function" OR "pulmonary function" OR "cardiorespiratory fitness" OR "aerobic capacity" OR VO2max).

A base de dados *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro) foi consultada utilizando o modo de pesquisa avançado. O termo de busca inserido no campo "Abstract & Title" foi: "high-intensity interval training" OR "HIIT". Nenhum operador booleano foi utilizado, pois o sistema PEDro não permite a aplicação de operadores como AND, OR ou NOT. A opção "Match all search terms (AND)" foi selecionada, o que significa que os estudos retornados continham obrigatoriamente todos os termos da expressão inserida. Além disso, foi aplicado o filtro "Therapy", com a opção "fitness training", a fim de restringir os resultados a intervenções específicas de treino físico, de acordo com o objetivo da revisão.

A seleção dos artigos foi realizada com base nos critérios de elegibilidade pré-definidos, seguindo a metodologia PRISMA. Dois revisores independentes (T.V. e R.V.) primeiro fizeram uma leitura dos títulos e resumos para identificar estudos potencialmente elegíveis. O texto completo dos estudos selecionados foi recuperado e avaliado de forma independente pelos mesmos examinadores. Qualquer divergência foi resolvida por discussão e consenso.

2.4 Avaliação da qualidade metodológica e dos riscos de viés

A qualidade metodológica dos ensaios clínicos randomizados (ECR) incluídos nesta revisão sistemática foi avaliada utilizando a escala PEDro (Physiotherapy Evidence Database), uma ferramenta amplamente reconhecida para analisar a robustez metodológica de estudos na área da fisioterapia. A avaliação foi realizada de forma independente por dois avaliadores. A escala é composta por 11 critérios, dos quais apenas 10 são pontuados (o critério de elegibilidade não é contabilizado na pontuação final). Quanto maior a pontuação obtida, melhor é considerada a qualidade metodológica do estudo. Esse procedimento permitiu identificar possíveis vieses de seleção, desempenho ou atrito, contribuindo para a maior confiabilidade dos resultados sintetizados nesta revisão (Morton, 2009; Maher et al., 2003).

3. Resultados

3.1 Seleção de artigos: Um total de 2675 artigos foram identificados por meio das bases de dados PubMed (n = 1300), Web of Science (n = 855) e PEDro (n = 520). Após a remoção de duplicados (n = 96), 2579 registos seguiram para a triagem inicial. Destes, 1789 artigos foram excluídos por não se tratarem de ECRs. Em seguida, 790 artigos foram analisados com base na leitura do título e do resumo, resultando na exclusão de 717 estudos que não atendiam aos critérios temáticos definidos segundo a estratégia PICO. Assim, 73 artigos foram avaliados integralmente para elegibilidade. Após a aplicação rigorosa dos critérios de inclusão, apenas 5 estudos foram considerados elegíveis e incluídos nesta revisão sistemática.

As razões para a exclusão dos demais estão ilustradas no diagrama PRISMA (Figura 1).

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only

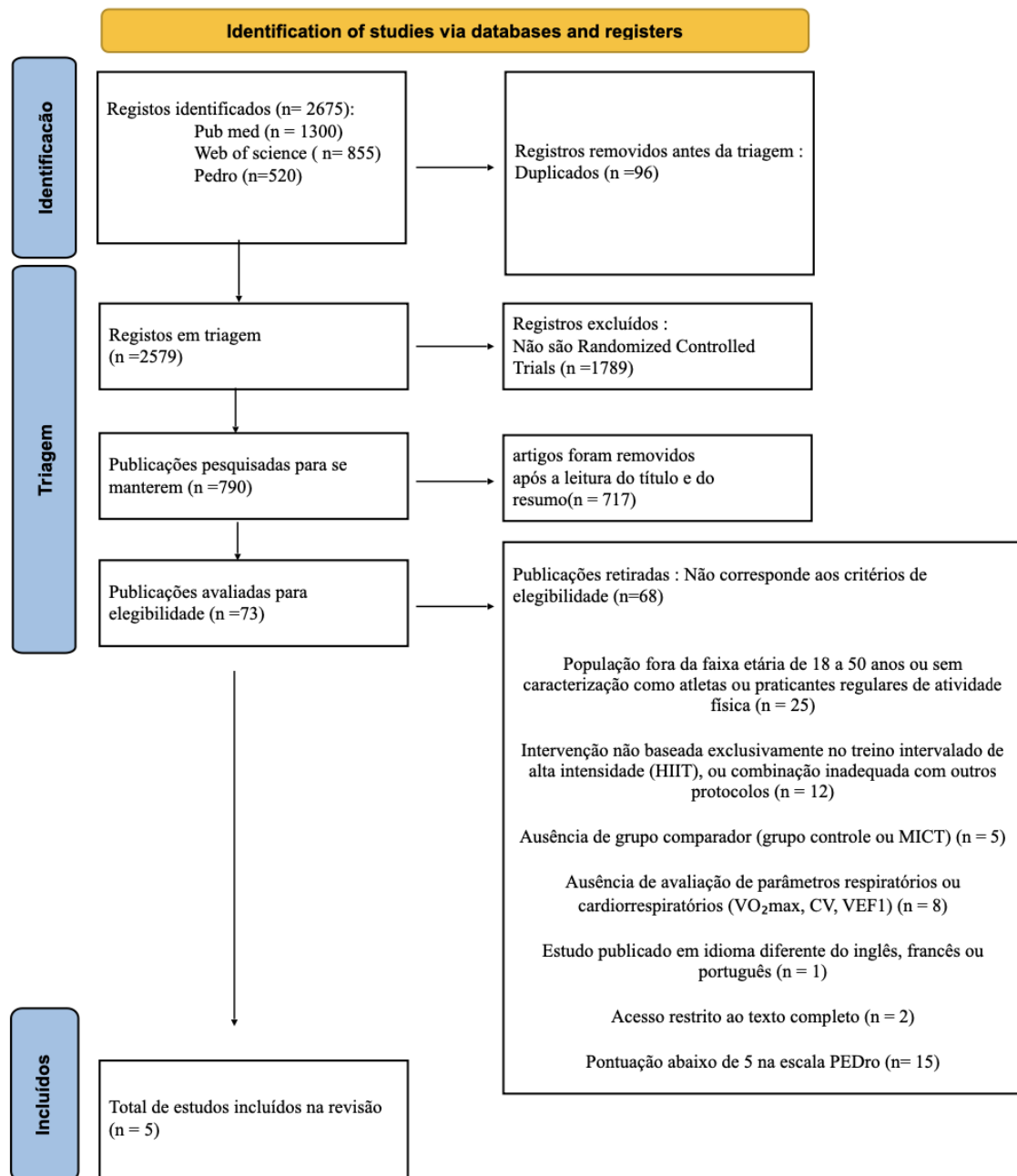


Figura 1. Diagrama PRISMA dos artigos incluídos na revisão.

3.2 Descrição do estudo: Nos 5 estudos incluídos nesta revisão englobam um total de 208 participantes, com um tamanho amostral mínimo de 25 indivíduos (Litleskare et al., 2020) e máximo de 71 (Astorino et al., 2017). A média de idade dos participantes variou entre 22 e 37 anos, respeitando os critérios de inclusão desta revisão que delimitavam a faixa etária entre 18 e 50 anos. Todos os sujeitos eram adultos saudáveis, fisicamente ativos ou atletas amadores, sem comorbidades cardíacas, respiratórias, neurológicas ou músculo-esqueléticas. As intervenções aplicadas consistiram em diferentes protocolos de HIIT comparados aos GC ou MICT, avaliando parâmetros como o $\text{VO}_{2\text{max}}$ e a função cardiorrespiratória. O resumo das principais características metodológicas, intervenções e *outcomes* dos estudos incluídos encontra-se apresentado na Tabela 2.

3.3 Qualidade metodológica: Os 5 estudos incluídos nesta revisão foram avaliados com base na escala PEDro, com o objetivo de determinar sua qualidade metodológica (Cashin & McAuley, 2020). A avaliação foi realizada segundo os 11 critérios da escala, dos quais apenas 10 são pontuados. O primeiro, referente à elegibilidade dos participantes, não entra no cálculo do escore final. A pontuação média dos estudos foi de 5,2/10, o que indica uma qualidade metodológica globalmente moderada.

Entre os critérios que não foram cumpridos por nenhum dos estudos, destacam-se:

Critério 3 – alocação oculta dos participantes; critério 6 – cegamento dos terapeutas responsáveis pela intervenção; critério 7 – cegamento dos avaliadores; critério 9 – medição de pelo menos um desfecho por avaliadores cegos. Essas limitações são comuns em estudos de intervenção com exercício físico, devido à dificuldade prática de implementação de cegamentos nesse tipo de protocolo. Apenas um estudo (Graef et al., 2009) cumpriu o critério 5 (cegamento dos participantes), o que é relativamente raro nesse campo de pesquisa.

Por outro lado, todos os estudos incluídos cumpriram os seguintes critérios fundamentais:

Critério 2 – alocação aleatória dos participantes; critério 4 – grupos semelhantes no início do estudo; critério 8 – avaliação de pelo menos um desfecho em 85% ou mais dos participantes; critério 10 – comparação estatística entre grupos; critério 11 – apresentação de medidas de dispersão e estimativas de efeito. A Tabela 1 apresenta uma síntese da avaliação metodológica dos artigos incluídos com base nos 11 critérios da escala PEDro.

Tabela 1: Qualidade Metodológica dos estudos incluídos de acordo com a escala de PEDro (Cashin & McAuley, 2020).

Autor (ano) / país	Critérios										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Astorino et al. (2012) / Estados Unidos	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Astorino et al. (2017) / Estados Unidos	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Graef et al. (2009) / Estados Unidos	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	6/10
Helgerud et al. (2007) / Noruega	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Litleskare et al. (2020) / Noruega	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	5/10
Média Total											5,2/10

Legenda: 1= válido; 0= não válido. Critérios: 2-Distribuição aleatória; 3-Distribuição cega; 4-Comparação ao nível de referência; 5-Sujeitos cegos; 6-Fisioterapeutas cegos; 7-Avaliadores cegos; 8-Seguimento adequado; 9-Intenção de tratamento; 10-Comparações estatísticas inter-grupos; 11-Medidas de precisão e de variabilidade.

O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação

Tabela 2: Tabela súmula dos resultados, autores, participantes, objetivos, frequência/duração de intervenção, parâmetros avaliados e resultados dos estudos.

Autores (ano) País	Participantes	Objetivos	Frequência/duração de intervenção	Parâmetros avaliados	Resultados
Astorino et al. (2012) / Estados Unidos	n = 29 (GC = 9 ; GE = 20) ♂/♀ ativos, não competitivos Critério: ≥ 3 anos de exercício regular -Idade média: GE = 25,3 ± 5,5 (♂), 25,2 ± 3,1 (♀) GC = 22,6 ± 3,1 (♂), 23,0 ± 2,7 (♀)	Analisar os efeitos do HIIT de curta duração sobre a função cardiovascular, VO ₂ max e força muscular em adultos ativos.	GE : 6 sess em cicloergômetro (Teste WGT) Dia 1–2: 4 × 30 s Dia 3–4: 5 × 30 s Dia 5–6: 6 × 30 s Rec at. : 5 min entre sprints GC : nenhum treino, apenas avaliações.	-VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) -Pulso de O ₂ -Potência (WGT: P méd/mín) -Índice de fadiga -Força iso. (Flex/ext joelho –Biodex) -FC -PA	GE : ↑ VO ₂ max (+6.3%), ↑ O ₂ pulse, ↑ potência (P méd/mín) Nenhuma melhoria na força muscular. Nenhum efeito sobre HR GC: nenhuma mudança significativa em todos os parâmetros.
Astorino et al. (2017) / Estados Unidos	n = 71 adultos fisicamente ativos GE1 (HIIT+SIT) = 14 (7♂/7♀) GE2 (HIIT+HIITHI) = 13 (7♂/6♀) GE3 (HIIT+PER) = 12 (5♂/7♀) GC = 32 (15♂/17♀) Idade média: 22,5 a 25,8 anos	Comparar os efeitos de dois protocolos de HIIT (um baseado em sprints curtos, outro em esforços contínuos intensos) sobre o VO ₂ max em adultos ativos.	Fase 1 comum (sess 1 a 10) –aplicada a todos os GE: • 8 a 10 reps. de 60 s a 90–110% da PPO realizada em cicloergômetro • Rec at. de 75 s a 50 W • Com aquecimento e desaquecimento de 5 min a 20% da PPO Fase 2 específica (sess 11 a 20) –conforme o grupo GE1 (HIIT+SIT):	-VO ₂ max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) -CO -SV -HR -a-vO ₂ diff	GE1 : ↑ VO ₂ max (+10.9%), ↑ CO (+10%), ↑ SV ; nenhuma mudança em HR ou a- vO ₂ diff GE2 : ↑ VO ₂ max (+8.9%), ↑ CO apenas durante as primeiras sess, sem evolução pós GE3 : ↑ VO ₂ max (+12.3%), ↑ CO e SV progressivos GT: nenhuma alteração

O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação

	Altura $\approx$ 172 cm ; Peso $\approx$ 68–72 kg		8 a 12 sprints de 30 s a 130–150% da PPO 120 s de Rec at. a 50 W GE2 (HIIT+HIITHI) : 5 a 7 reps. de 2,5 min a 70–80% da PPO 60 s de Rec at. a 50 W GE3 (HIIT+PER) : sess mistas com: – 3 sess do tipo SIT – 3 sess do tipo HIITHI – 4 sessões padrão (8–10 $\times$ 60 s a 90–110% PPO / 75 s Rec pass .) GT (grupo controle) : Nenhuma intervenção de treino • Manutenção da atividade física habitual ($\geq$ 150 min/semana).		Sign.
Graef et al. (2009) / Estados Unidos	n = 43 ♂ recreacionalmente ativos (1–5 h/sem de exercício) GE-Pl = 17 GE-Cr = 16 GC = 10 Idade média = 22,6 $\pm$ 4,9 anos Altura = 178,1 $\pm$ 7,1 cm ; Peso = 83,0 $\pm$ 13,8 kg	Examinar os efeitos combinados do treino HIIT e da suplementação de creatina na capacidade cardiorrespiratória (VO PEAK, VT, TTE) em homens ativos.	GE-Pl : 5 $\times$ 2 min intensidade crescente (90–120% VO ₂ max) com 1 min de Rec pass. entre as séries. GE-Cr : mesmo protocolo que GE-Pl + suplementação de 10 g/dia de creatina monohidrato. GC : sem treino, sem suplementos. Todas as sess supervisionadas em ergocycle.	-VO ₂ PEAK, -TTE -VT -TWD	GE-Pl & GE-Cr : $\uparrow$ VO ₂ PEAK e TTE Sign. GE-Cr: $\uparrow$ Sign. do VT GC: nenhuma melhoria Sign. Nenhuma melhora no TWD em nenhum grupo.

O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação

Helgerud et al. (2007) / Noruega	n = 40 ♂ moderadamente treinados divididos em 4 grupos: GT1 = 10 (LSD : 70% HRmax), GT2 = 10 (LT : 85% HRmax) GE1 = 10 (15/15 : 47 × 15 s à 90–95% HRmax), GE2 = 10 (4×4 min à 90–95% HRmax) idade média ≈ 24,6 anos Idade média total: 24,6 ± 3,8 anos Altura média: 182 ± 6 cm Peso médio: 82 ± 12 kg	Comparar os efeitos do treinamento aeróbico contínuo e intervalado sobre o VO2max, volume sistólico, limiar de lactato, economia de corrida e volume sanguíneo.	GT1 (LSD) :corrida contínua 45 min a 70% HRmax GT2 (LT): corrida contínua 24,25 min a 85% HRmax GE1 (15/15): 47 reps. de 15 s a 90-95% HRmax, com 15 s de Rec at. a 70% HRmax GE2 (4x4 min): 4x4 min a 90-95% HRmax com 3 min de Rec at. a 70% HRmax Todas as sess em tapetes inclinados a 5.3%	-VO2max (ml·kg⁻¹·min⁻¹) -SV -Q -CR -LT	GE1 (15/15) : ↑ VO2max (+5.5%), ↑ SV , ↑Q, melhoria da CR GE2 (4×4 min) : ↑ VO2max (+7.2%), ↑ SV, ↑ Q, melhoria da CR GT1 e GT2 : não há mudança Sign. de VO2max ou SV ; ligeira melhoria da CR Todos os grupos: melhoria da velocidade no limiar láctico, sem mudança de LT para %VO2max.
---	---	---	---	---	--

O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação

Litleskare et al. (2020) / Noruega	n = 25 (GE1 = 13 ; GE2 = 12) GE1 (SIT): 5 ♂ / 8 ♀ ; GE2 (CT): 4 ♂ / 8 ♀ Idade média ≈ 25 anos ; IMC < 30 kg/m²	Comparar os efeitos do <i>Sprint Interval Training</i> e do <i>Moderate Intensity Continuous Training</i> na capacidade aeróbica (VO₂máx) e nas adaptações específicas ao treino em adultos saudáveis.	GE1: 4 a 6 sprints de 30 s com intensidade máxima (tipo Wingate) com 4 min de Rec pass. entre os sprints. GE2: corrida contínua de 30 a 60 min em 70–80% da frequência cardíaca máxima.	-VO₂max, -FC com lactato de sangue -teste shuttle 20m, -RER -RE	-GE1: ↑ significativa no sprint 5×60 m e VO₂max (+5,5%) Nenhuma melhoria notável na (RE) -GE2): ↑ VO₂max (+3,8%) e ↑ Sign. na RE ↑ menor no sprint comparado ao GE1 ↓ FC submáxima e lactato em ambos ↑ shuttle run 20 m em ambos O₂ pulse e sem diferença significativa entre os grupos para VO₂max → Adaptações específicas observadas conforme o tipo de treino cent. vs perif.
---	---	--	---	---	--

↑: aumento; ↓: diminuição; VO₂max / VO₂PEAK: consumo máximo / pico de oxigênio; TTE: tempo até a exaustão; VT: limiar ventilatório; TWD: trabalho total realizado; FC / HR: frequência cardíaca; PA: pressão arterial; SV: volume sistólico; Q / CO: débito cardíaco; CR / RE: economia de corrida (*running economy*); PPO: potência de pico (*Peak Power Output*); a-vO₂ diff: diferença arteriovenosa de oxigênio; RER: razão de troca respiratória (*Respiratory Exchange Ratio*); VE / VCO₂: ventilação minuto / produção de CO₂; O₂pulse: pulso de oxigênio; P méd/min: potência média por minuto (teste de Wingate); GE / GC / GT: grupo experimental / grupo controle / grupo testemunha; HIIT / SIT / MICT: treino intervalado de alta intensidade / com sprints / contínuo de intensidade moderada; LSD: *Low-Intensity Steady-State*; LT: *Lactate Threshold training*; Pl / Cr: placebo / creatina; ♀ / ♂: feminino / masculino; s / min: segundos / minutos; sess.: sessão; Reps.: repetições; Teste WGT: teste de Wingate; Flex/ext joelho: flexores/extensores do joelho (avaliados em dinamômetro isocinético Biodex); shuttle 20m: teste de vai-e-volta de 20 metros; Sign.: significativamente; Rec. at./pass.: recuperação ativa / passiva; cent. vs perif.: central versus periférica.

4.Discussão

Embora o HIIT seja cada vez mais utilizado em contextos desportivos e recreativos, ainda não existe um protocolo universalmente padronizado. Cada estudo incluído nesta revisão sistemática definiu suas próprias modalidades de intervenção (duração, intensidade, frequência), o que torna as comparações diretas mais complexas, mas ao mesmo tempo evidencia a flexibilidade desse tipo de treino (Batacan et al., 2017). Apesar dessa heterogeneidade, os resultados convergem para melhorias significativas do VO_2max , assim como de parâmetros cardiovasculares como o volume sistólico e o débito cardíaco, em adultos jovens, ativos ou moderadamente treinados (Astorino et al., 2017; Helgerud et al., 2007). Esses dados, ainda que provenientes de amostras de tamanho moderado, demonstram a eficácia do HIIT mesmo em intervenções de curta duração (2 a 8 semanas), com ou sem comparação a um MICT (Graef et al., 2009).

As diferentes abordagens utilizadas (SIT, protocolos 4×4, treinos periodizados) permitiram gerar adaptações fisiológicas específicas, desde o aumento do desempenho aeróbico e da tolerância ao esforço (Litleskare et al., 2020). Esta síntese baseia-se exclusivamente em estudos realizados com adultos fisicamente ativos, sem patologias associadas, o que confere aos seus resultados boa aplicabilidade em contextos de desempenho, prevenção ou reabilitação desportiva (Meng et al., 2022; Higgins et al., 2016). Além disso, a inclusão de protocolos com ou sem suplementação (ex: creatina), sem efeito adicional relevante observado, reforça que a intensidade e a estrutura do treino são os principais determinantes dos benefícios obtidos (Graef et al., 2009).

4.1 Medidas diretas versus indiretas do VO_2max

Os estudos incluídos utilizaram tanto medidas diretas de VO_2max (ex. análise de gases com espirometria, como em Helgerud et al., 2007; Astorino et al., 2017) quanto testes de campo indiretos, como o shuttle run ou desempenho em esforço submáximo (como em Litleskare et al., 2020). Apesar dessa variedade metodológica, todos mostraram aumentos significativos de VO_2max , confirmando que testes indiretos bem aplicados podem detectar mudanças reais na aptidão cardiorrespiratória. Por exemplo, Litleskare et al. (2020) observaram uma melhoria de +5,5% no grupo SIT e +3,8% no grupo MICT com VO_2max avaliado por teste progressivo de corrida com análise indireta. Já Helgerud et al. (2007) obtiveram elevações de até +7,2% com medidas laboratoriais diretas. Isso valida

O impacto do exercício de alta intensidade nas capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação o uso de ambas abordagens na literatura, especialmente quando há limitações de acesso a recursos laboratoriais.

4.2 Utilidade em indivíduos treinados e não treinados

Ao contrário da ideia de que o HIIT seja mais eficaz apenas em sedentários, os estudos desta revisão incluíram adultos jovens ativos e moderadamente treinados. Astorino et al. (2012) demonstraram aumento significativo de VO_2max e débito cardíaco (O_2 pulse) mesmo com apenas 6 sessões de HIIT tipo Wingate em indivíduos já ativos. Da mesma forma, Litleskare et al. (2020) mostraram que indivíduos fisicamente ativos, com prática semanal ≥ 150 minutos, também apresentaram ganhos expressivos em VO_2max , sprint e shuttle run após 8 semanas de SIT ou MICT. Isso reforça que o HIIT pode ser vantajoso em diferentes níveis de aptidão, inclusive como estratégia para atletas recreativos ou reabilitação ativa.

4.3 Duração das intervenções

Os protocolos analisados variaram de 2 a 8 semanas, com frequência de 3 a 5 sessões por semana. Mesmo os estudos de curta duração, como Graef et al. (2009), com apenas 4 semanas de intervenção, demonstraram aumento de VO_2peak ($\sim 9,6\%$) e de TTE (~ 50 s) em grupos com HIIT com ou sem creatina. Astorino et al. (2012) também relataram ganhos após apenas 2 a 3 semanas, o que reforça que a qualidade e intensidade dos estímulos são mais determinantes que a duração total. Assim, o HIIT mostra-se uma ferramenta eficiente para ganhos rápidos, aplicável em períodos curtos de treinamento, reabilitação ou intervenções desportivas.

4.4 Comparação dos métodos de HIIT

O HIIT não representa uma metodologia única, mas sim um conjunto de protocolos com características distintas que geram adaptações fisiológicas específicas. Entre os formatos mais utilizados destacam-se: SIT (Sprint Interval Training), com esforços muito curtos (≤ 30 s) de intensidade supramáxima e longos períodos de recuperação ativa; Intervalos longos, como o protocolo 4×4 minutos a $90\text{--}95\%$ da $\text{FC}_{\text{máx}}$, que promovem estímulos cardiorrespiratórios centrais; Formatos híbridos ou periodizados, que combinam esforços curtos e longos, como aplicado em Astorino et al. (2017). Essas variações influenciam diretamente o tipo de adaptação gerada. Por exemplo, o SIT favorece o aumento da

O impacto do exercício de alta intensidade nas capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação potência anaeróbia, do desempenho em *sprint* e da eficiência neuromuscular, como demonstrado por Litleskare et al. (2020). Em contrapartida, protocolos como o 4×4 (Helgerud et al., 2007) promovem maiores aumentos no VO₂max, no volume sistólico (SV) e no débito cardíaco (Q). Astorino et al. (2017) confirmam essa diferenciação ao comparar três variantes (HIIT+SIT, HIIT+volume alto, HIIT+periodizado), nas quais todos os grupos apresentaram ganhos de VO₂max entre +9% e +12%, mas apenas o grupo HIIT+volume alto obteve melhorias significativas em SV e Q.

Esta revisão também permitiu comparar o HIIT com outras estratégias de treino: HIIT vs MICT (treino contínuo de intensidade moderada): os estudos de Helgerud et al. (2007) e Litleskare et al. (2020) demonstraram ganhos mais rápidos e expressivos no VO₂max e na função cardiovascular nos grupos HIIT; HIIT vs grupo controle (sem intervenção): investigações como as de Astorino et al. (2012) e Graef et al. (2009) relataram melhorias significativas apenas nos grupos HIIT, enquanto os grupos controle mantiveram-se estáveis em todos os parâmetros. A inclusão do estudo de Graef et al. (2009) também se justifica pela sua rigorosidade metodológica. Além de apresentar um protocolo bem estruturado, o estudo cumpre o critério 5 da escala PEDro (grupos semelhantes no início), o que aumenta a confiabilidade das comparações entre os grupos HIIT+creatina, HIIT+placebo e controle.

Esse critério é raramente atendido nesse tipo de pesquisa, principalmente devido a amostras pequenas, alocação não estratificada e falta de descrição clara das variáveis basais (comoidade, VO₂max, sexo e IMC). A presença explícita desse critério no artigo de Graef é, portanto, um indicativo de rigor metodológico e reforça a validade de seus resultados, que mostram efeitos positivos do HIIT independentemente da suplementação. Em resumo, a diversidade dos protocolos de HIIT, combinada às comparações com MICT e grupos controle, fortalece a ideia de que o HIIT é uma abordagem eficaz, segura e adaptável, com efeitos mensuráveis em curto prazo mesmo em praticantes de desportos recreativos.

4.5 Limitações

Esta revisão apresenta algumas limitações metodológicas que merecem ser consideradas. Em primeiro lugar, o número de estudos incluídos foi relativamente reduzido (5 RCT), o que limita a generalização dos resultados para outras populações ativas. Além disso, a pesquisa foi realizada apenas em três bases de dados (PubMed, *Web of Science* e PEDro), e restringiu-se a artigos publicados em inglês, francês ou português, o que pode ter

excluído estudos relevantes publicados em outros idiomas. Outro fator limitante é a heterogeneidade dos protocolos de intervenção entre os estudos: as durações, intensidades, frequências e formatos de HIIT variaram amplamente (SIT, 4×4, protocolos periodizados), assim como os instrumentos utilizados para avaliar a capacidade cardiorrespiratória (teste de VO₂max direto, *shuttle run*, TTE, etc.). Essa diversidade metodológica impede a realização de uma meta-análise quantitativa, mas permite uma análise qualitativa comparativa sobre os efeitos específicos de cada protocolo. Adicionalmente, a maioria das intervenções teve curta duração (entre 2 e 8 semanas), e nenhum dos estudos incluiu acompanhamento de médio ou longo prazo, o que impossibilita avaliar a sustentabilidade dos efeitos observados ao longo do tempo. Por fim, alguns ensaios apresentaram tamanhos amostrais limitados e falta de controle rigoroso sobre possíveis variáveis de confusão (nível inicial de aptidão, alimentação, outras atividades físicas paralelas), o que pode afetar a precisão dos resultados.

4.6 Recomendações

Para futuras pesquisas, seria recomendável realizar mais RCT comparando diferentes formatos de HIIT, com amostras maiores e melhor controladas. A padronização dos protocolos (duração, intensidade, frequência, método de avaliação do VO₂max) permitiria facilitar as comparações entre estudos e aumentar a robustez dos resultados. Também seria pertinente incluir acompanhamentos a médio e longo prazo, a fim de avaliar a sustentabilidade dos efeitos do HIIT para além das primeiras semanas de intervenção.

5. Conclusão

Apesar da diversidade dos protocolos de treino analisados, os resultados desta revisão sistemática indicam que o HIIT, nas suas diferentes formas (SIT, intervalos longos, protocolos periodizados), é eficaz para melhorar os parâmetros cardiorrespiratórios em adultos jovens e fisicamente ativos. Os estudos incluídos relataram ganhos significativos no VO₂max, assim como na performance aeróbica, no débito cardíaco e no volume sistólico, em comparação com grupos controle ou com o MICT. É razoável concluir que o HIIT constitui uma estratégia de treino relevante e eficiente, mesmo quando aplicado em intervenções de curta duração. No entanto, a escolha do protocolo deve ser adaptada aos objetivos pretendidos, considerando o nível inicial de aptidão física e o contexto de aplicação (preparação desportiva, prevenção ou recondicionamento físico).

Bibliografia

- Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., & Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, $\dot{V}O_2\text{max}$, and muscular force. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 138–145. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318218dd77>
- Astorino, T. A., Edmunds, R. M., Clark, A., King, L., Gallant, R. A., Namm, S., Fischer, A., & Wood, K. M. (2017). High-intensity interval training increases cardiac output and $\dot{V}O_2\text{max}$. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(2), 265–273. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001099>
- Batacan, R. B., Jr, Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: A systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British Journal of Sports Medicine*, 51(6), 494–503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095841>
- Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Engel, F. A., Ackermann, A., Chtourou, H., & Sperlich, B. (2018). High-intensity interval training performed by young athletes: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 1012. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01012>
- Germano, M. D., Sindorf, M. A. G., Crisp, A. H., Braz, T. V., Brigatto, F. A., Nunes, A. G., Verlengia, R., Moreno, M. A., Aoki, M. S., & Lopes, C. R. (2022). Effect of different recoveries during HIIT sessions on metabolic and cardiorespiratory responses and sprint performance in healthy men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(1), 121–129. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000003423>
- Graef, J. L., Smith, A. E., Kendall, K. L., Fukuda, D. H., Moon, J. R., Beck, T. W., Cramer, J. T., Stout, J. R. (2009). The effects of four weeks of creatine supplementation and high-intensity interval training on cardiorespiratory fitness: A randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-18>
- Gripp, F., Nava, R. C., Cassilhas, R. C., & Tufik, S. (2021). HIIT is superior than MICT on cardiometabolic health during training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, 121(1), 159–172. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04502-6>
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R., & Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_2\text{max}$ more than moderate training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(4), 665–671. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e3180304570>

Higgins, S., Fedewa, M. V., Hathaway, E. D., Schmidt, M. D., & Evans, E. M. (2016). Sprint interval and moderate-intensity cycling training differentially affect adiposity and aerobic capacity in overweight young-adult women. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(11), 1177–1183. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0240>

Litleskare, S., Enoksen, E., Sandvei, M., Støen, L., Stensrud, T., Johansen, E., & Jensen, J. (2020). Sprint interval running and continuous running produce training-specific adaptations, despite a similar improvement of aerobic endurance capacity – A randomized trial of healthy adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(11), 3865. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113865>

Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713–721.

Martland, R., Mondelli, V., Gaughran, F., & Stubbs, B. (2019). Can high-intensity interval training improve physical and mental health outcomes? A meta-review of 33 systematic reviews across the lifespan. *Journal of Sports Sciences*, 38(4), 430–469. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1706829>

Meng, C., Yucheng, T., Shu, L., Liu, X., & Fan, H. (2022). Effects of school-based high-intensity interval training on body composition, cardiorespiratory fitness and cardiometabolic markers in adolescent boys with obesity: A randomized controlled trial. *BMC Pediatrics*, 22(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12887-021-03079-z>

Morton, N. A. (2009). The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: A demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(2), 129–133. [https://doi.org/10.1016/s0004-9514\(09\)70043-1](https://doi.org/10.1016/s0004-9514(09)70043-1)

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Schumann, M., Yli-Peltola, K., Abbiss, C. R., & Häkkinen, K. (2015). Cardiorespiratory adaptations during concurrent aerobic and strength training in men and women. *PLOS ONE*, 10(9), e0139279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139279>

Wen, D., Utesch, T., Wu, J., Liu, Y., Gerlach, E., Kühnhausen, J., Kühnhausen, J., & Zhang, X. (2019). Effects of different protocols of high-intensity interval training for VO₂max improvements in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(8), 941–947. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.01.013>

Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-

O impacto do exercício de alta intensidade nas
capacidades respiratórias dos praticantes de desporto de recreação
analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–1234.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>