UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Fadiga Mental e Exercício Intermitente de Alta Intensidade

Marcelo Marques

São Paulo
2023

MARCELO MARQUES

Fadiga Mental e Exercício Intermitente de Alta Intensidade

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Área de concentração: Biodinâmica da Educação Física e do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

São Paulo

2023

Catalogação da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Marques, Marcelo
Fadiga mental e exercício intermitente de alta intensidade / Marcelo Marques. – São Paulo : [s.n.], 2023.
125p.

Tese (Doutorado) --Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

1. Fadiga mental 2. Motivação 3. Exercício físico (Aspectos psicológicos) 4. Antropometria I. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: MARQUES, Marcelo

Título: Fadiga Mental e Exercício Intermitente de Alta Intensidade

Tese de Doutorado apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciências

Data:___/___/___

Banca Examinadora

Prof. Dr.:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof. Dr.:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Prof. Dr.:_____

Instituição:_____Julgamento:_____

Dedico essa tese à minha mãe, Marina, ao meu pai, Lázaro, ao meu irmão, Victor e à minha esposa, Nayana.

Agradecimentos

É sempre complicado agradecer a todas as pessoas que contribuem com o processo de formação de um aspirante a doutor. São tantos processos e pessoas que fatalmente esqueceremos de alguém. Ainda mais se partirmos da pergunta "em que momento minha formação começou?". No primeiro dia no laboratório? No dia do aceite pela CPG? No início da primeira disciplina como aluno especial? No meu caso, irei considerar o dia que decidi entrar em contato com o Professor Doutor Emerson Franchini.

Na altura era professor substituto na FEFF/UFAM e, após algumas buscas, cheguei ao nome do professor. Para minha surpresa, respondeu rapidamente meu email enviado em 18 de julho de 2016 (*long time ago*). Fiquei surpreso pois não esperava tal acessibilidade. Professor, não sou capaz de estimar o quanto cresci profissionalmente sob sua tutela. O processo ao seu lado foi exigente e desafiador, mas eu não esperava menos ao ingressar no programa sob sua orientação. Obrigado Professor Doutor Emerson Franchini!

A partir desse início, conheci pessoas fundamentais dentro do laboratório e da EEFE. As professoras Úrsula e Valéria foram minhas colegas de dia a dia de LADESP. Minha relação com a Valéria foi um pouco mais extensa dado que ela continuou no laboratório por mais tempo durante minha permanência. Fizemos algumas coletas e tomamos muitos cafés juntos. Nesse grupo, também tive o prazer de conviver com a Elaine (mestranda), a Cintia (mestranda) e o Victor (iniciação científica). Pude acompanhar e aprender durante a formação de todos. Ainda, o Professor Alexandre e suas "falas caóticas" (que ele mesmo destaca), as quais entendo claramente. Vocês todos fizeram parte da vida acadêmica deste aspirante. Meu muito obrigado de coração a cada um!

A decisão de ir morar em São Paulo foi facilitada pela presença de pessoas especiais que há muito são minhas amigas e estavam morando em São Paulo quando me mudei. Hugo e Paula me deram abrigo quando ainda não tinha onde morar, bem como a Fernanda, que também

me deu um teto temporário. Nesse círculo de amigos, tive também o André e a Ana compondo a minha família paulista. O ambiente fora da bolha universitária era preenchido por eles e nossos momentos de convívio. Aqui dou destaque especial ao Hugo, um irmão que a vida me presenteou há 22 anos. Sua amizade tem uma dimensão que não sou capaz de quantificar, apenas de sentir. Obrigado família de São Paulo!

A frase “cada escolha uma renúncia” define com simplicidade e precisão o que aconteceu quando deixei Lázaro, Marina e Victor para morar em São Paulo. Meu pai e minha mãe vieram de berços muito simples, ambos do interior do Amazonas. À época, ter um curso superior já era o topo da carreira. Então talvez formar um filho doutor tenha sido utópico em algum momento. Pai e mãe, além da vida, me deram o melhor que cada um podia dar e me incentivaram como sempre. Obrigado pelos dias de saudade, pois eles me fizeram valorizar os momentos com vocês. Meu irmão Victor, obrigado por me ensinar que amar e cuidar nem sempre demanda proximidade física. Morar longe de você me ensinou que as saudades sempre existirão, mas também é importante aprender a conviver com elas. À minha família, meu eterno agradecimento pelo apoio incondicional neste processo. Muito obrigado!

Agradecimento Especial

Durante a vida em São Paulo, uma pessoa enxugou minhas lágrimas, passou frio comigo, fez coletas na pista do CEPE e no LADESP e viajou muitas vezes comigo na nossa “ponte aérea” Manaus – São Paulo. No meio do meu doutorado, resolvemos casar. Nayana, obrigado por viver tudo isso comigo, pelo suporte que você sempre me deu, pelo incentivo e pelo apoio nos momentos mais delicados. A minha vida acadêmica não seria a mesma sem você. Eu não consigo imaginar o momento que eu deixaria de ser aspirante e passaria a ser Doutor sem estar segurando a sua mão. A você, todo meu carinho, admiração, respeito e amor. Obrigado!

RESUMO

MARQUES, M. **Fadiga Mental e Exercício Intermitente de Alta Intensidade.** 2023. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2023.

A fadiga mental é um estado psicobiológico induzido por demanda cognitiva caracterizada por esforço mental e falta de energia que tem sido associada a efeitos negativos no desempenho físico durante o exercício contínuo. No entanto, no exercício intermitente de alta intensidade (EIAI), poucos estudos analisaram tal interferência. Além disso, o estímulo de motivação durante o exercício físico (por exemplo, ouvir música) poderia mitigar esses efeitos negativos. Contudo, o conhecimento do efeito da música como agente motivacional no estado de fadiga mental durante o desempenho de EIAI ainda é desconhecido. O objetivo do estudo 1 e do estudo 2 foi investigar os efeitos da fadiga mental e uma intervenção com estímulo musical sobre o desempenho durante a EIAI. No estudo 1, sete adultos jovens fisicamente ativos do sexo masculino (média ± desvio padrão; 30,3 ± 5,8 anos; 76,4 ± 6,8 kg; 175,1 ± 5,2 cm) participaram de 3 condições experimentais: 60 minutos de Stroop teste seguido de EIAI; 60 minutos de teste de Stroop seguido de EIAI ouvindo música; 60 minutos assistindo um documentário emocionalmente neutro seguido do EIAI (8x15s na maior intensidade possível em cicloergômetro contra uma resistência fixa de 9% de massa corporal intercalados por 120s de recuperação passiva entre os esforços. Potência pico e média, índice de fadiga e trabalho total foram aferidos neste estudo. No estudo 2, dez adultos jovens fisicamente ativos do sexo masculino (média ± desvio padrão; 26,4 ± 4,4 anos; 73,0 ± 9,7 kg; 168,0 ± 5,7 cm) participaram das mesmas 3 condições experimentais, contudo o modelo de EIAI compreendia 8x15s de corrida na maior intensidade possível intercalados por 120s de recuperação passiva entre os esforços. Distância percorrida por série e total, velocidade máxima, média e mínima foram aferidas neste estudo. Em ambos os estudos, respostas psicológicas (percepção de fadiga mental, percepção de esforço físico, índice de carga de trabalho) ao EIAI foram coletadas. Em ambos os estudos a fadiga mental não provocou efeitos deletérios nas variáveis de desempenho e nem na percepção subjetiva de esforço ($p > 0,05$ para todas as comparações). A percepção de fadiga mental aumentou do momento pré para o pós Stroop teste em ambos os estudos ($p < 0,001$ para ambas as comparações). O índice de carga de trabalho também apresentou diferenças estatísticas do momento pré para o momento pós Stroop teste ($p < 0,05$ em ambos os estudos para as diferentes comparações). A música não afetou as variáveis de desempenho e psicológicas. A fadiga mental parece não promover efeitos negativos na percepção subjetiva de esforço e no desempenho em protocolos de EIAI baseado em cicloergômetro e baseado em corrida adultos jovens fisicamente ativos. A música não alterou a percepção subjetiva de esforço e o desempenho em protocolos de EIAI tanto em cicloergômetro quando em corrida adultos jovens fisicamente ativos. Por fim, parece ser importante que mais dados sejam coletados com a mesma população e com a música selecionada com critérios mais precisos.

Palavras-chave: Exercício intenso; Fadiga cognitiva; Motivação.

ABSTRACT

MARQUES, M. **Mental Fatigue and High Intensity Intermittent Exercise.** 2023. 125 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2023.

Mental fatigue is a psychobiological state induced by cognitive demand characterized by mental effort and lack of energy that has been associated with negative effects on physical performance during continuous exercise. However, in high-intensity intermittent exercise (HIIE), few studies attested such interference. In addition, motivational stimulation during physical exercise (for example, listening to music) could mitigate these negative effects. However, the knowledge of the effect of music as a motivational agent on the state of mental fatigue during the performance of HIIE is still unknown. The aim of study 1 and study 2 was to investigate the effects of mental fatigue and an intervention with musical stimulus on performance during HIIE. In study 1, seven physically active young males (mean ± standard deviation; 30.3 ± 5.8 years; 76.4 ± 6.8 kg; 175.1 ± 5.2 cm) participated in 3 experimental conditions: 60 minutes of Stroop test followed by HIIE; 60 minutes of Stroop test followed by HIIE listening to music; 60 minutes watching an emotionally neutral documentary followed by the HIIE (8x15s all out on a cycle ergometer against a fixed resistance of 9% body mass interspersed with 120s of passive recovery between efforts. Peak and mean power, fatigue index and total work were measured in this study. In Study 2, ten physically active young male participated (mean ± standard deviation; 26.4 ± 4.4 years; 73 ± 9.7 kg; 168 ± 5.7 cm) in the same 3 experimental conditions, however the HIIE model comprised 8x15s running at maximal intensity interspersed with 120s of passive recovery between efforts. Distance covered, average speed and maximal speed were measured in this study. In both studies, psychological responses (perception of mental fatigue, perception of physical exertion, workload index) to the HIIE were collected. In both studies, mental fatigue did not cause deleterious effects on the variables of performance and neither in the subjective perception of effort ($p > 0.05$ for all comparisons). Perception of mental fatigue increased from pre to post Stroop test in both studies ($p < 0.001$ for both comparisons). The workload index also showed statistical differences from pre to post Stroop test ($p < 0.05$ in both studies for the different comparisons). Music did not affect performance and psychological variables in both studies. Mental fatigue does not seem to promote negative effects on perceived exertion and performance in cycle ergometer-based and running-based HIIE protocols in physically active young males. Music did not affect perceived exertion and performance in both cycle ergometer and runnning protocols. Finally, it seems important that more data be collected with the same population and with music selected with more precise criteria.

Key words: Intense exercise; Cognitive fatigue; Motivation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15

2 OBJETIVOS 18

2.1 Objetivo geral 18
2.2 Objetivos específicos 18
2.3 Hipóteses 18

3 REVISÃO DA LITERATURA 20

3.1 Treinamento Intermitente de Alta Intensidade 20
3.2 *Sprint Interval Training* 24
3.3 Fadiga Mental 31
3.3.1 Fadiga Mental no Exercício Físico 36
3.3.2 Fadiga Mental no Exercício Intermitente de Alta Intensidade 43
3.4 Música e Exercício Físico 47
3.5 Música e Exercício Intermitente de Alta Intensidade 49
3.6 Efeitos da música na percepção subjetiva de esforço e no desempenho no exercício intermitente de alta intensidade. 52
3.6.1 Estratégia de busca e critérios de seleção 52
3.6.2 Procedimentos 53
3.6.3 Resultados da pesquisa e estudos incluídos 54
3.6.4 Efeitos da música percepção subjetiva de esforço 59
3.6.5 Efeitos da música nas potências pico e média 60

4 MATERIAIS E MÉTODOS 66

4.1 Participantes do estudo 1 66
4.2 Delineamento Experimental do estudo 1 67
4.3 Exercício Intermitente de Alta Intensidade do estudo 1 69
4.4 Análise Estatística do estudo 1 69
4.5 Participantes do estudo 2 70
4.6 Delineamento Experimental do estudo 2 70
4.7 Velocidade máxima de sprint, velocidade aeróbia máxima e reserva de velocidade anaeróbia 72
4.8 Exercício Intermitente de Alta Intensidade do estudo 2 73
4.9 Análise Estatística do estudo 2 73
4.10 Antropometria 74
4.11 Percepção subjetiva de esforço 74
4.12 Teste de Stroop 74
4.13 Estímulo Motivacional Pós Fadiga Induzida 75
4.14 Escala Analógica Visual e Índice de Carga De Trabalho 76

5 RESULTADOS 77

5.1 Resultados do estudo 1 77
5.1.1 Teste de Stroop e Percepção Subjetiva de Fadiga Mental 77
5.1.2 Índice de Carga de Trabalho e Percepção Subjetiva de Esforço Físico 79
5.1.3 Desempenho no Sprint Interval Training 82
5.2 Resultados do estudo 2 85
5.2.1 Teste de Stroop e Percepção Subjetiva de Fadiga Mental 85
4.2.2 Índice de Carga de Trabalho e Percepção Subjetiva de Esforço Físico 87

5.2.3 Desempenho no Sprint Interval Training *90*
6 DISCUSSÃO **97**
6.1 Discussão do estudo 1 97
6.2 Discussão do estudo 2 100
7 CONCLUSÕES **105**
REFERÊNCIAS **107**
APÊNDICE **122**
Apêndice A – Estudo publicado no periódico Perceptual and Motor Skills 122
Apêndice B – Estudo publicado no periódico Science & Sport 123
Apêndice C – Imagens da Coleta Estudo 1 124
Apêndice D – Imagens da Coleta Estudo 2 125

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resposta fisiológica aguda esperada a partir dos quatro tipos de exercícios intermitentes de alta intensidade. 24
Tabela 2 - Estudos incluídos nas revisões crítica e sistemáticas sobre fadiga mental e exercício físico. 39
Tabela 3 - Estudos que aplicaram protocolos de exercícios na maior intensidade possível após a indução de fadiga mental. 45
Tabela 4 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática. 56
Tabela 5 - Índice de carga de trabalho antes e após a sessão de *sprint interval training*. 79
Tabela 6 - Índice de carga de trabalho antes e após a sessão de exercício intervalado de alta intensidade. 87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de busca de estudos associando fadiga mental e exercício intermitente de alta intensidade. 33
Figura 2 - Quadro conceitual para a previsão de respostas à qualidade motivacional da música no exercício e no esporte..... 49
Figura 3 - Fluxograma PRISMA que descreve o processo de seleção de estudos..... 55
Figura 4 - Representação esquemática do estudo 1. 68
Figura 5 - Representação esquemática do estudo 2. 70
Figura 6 - Acurácia e tempo de reação durante o Teste de Stroop. 77
Figura 7 - Percepção subjetiva de fadiga mental antes e após o exercício intermitente de alta intensidade nas três condições..... 78
Figura 8 - Percepção subjetiva de esforço durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade..... 81
Figura 9 - Potência pico durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade... 82
Figura 10 - Potência média durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade. 83
Figura 11 - Índice de fadiga durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade. 84
Figura 12 - Trabalho total durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade. 84
Figura 13 - Acurácia e tempo de reação durante o Teste de Stroop. 85
Figura 14 - Percepção subjetiva de fadiga mental antes e após o exercício intermitente de alta intensidade nas três condições..... 86
Figura 15 - Percepção subjetiva de esforço durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade..... 89
Figura 16 - Distância percorrida durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade..... 90
Figura 17 - Velocidade média em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes. 91
Figura 18 - Velocidade relativa a velocidade aeróbia máxima em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes. 93
Figura 19 - Velocidade relativa a velocidade máxima de *sprint* em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes. 94
Figura 20 - Velocidade relativa a reserva de velocidade anaeróbia em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes. 95

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 – Resumo do estudo publicado no periódico Perceptual and Motor Skills..... 122
Imagem 2 – Resumo do estudo publicado no periódico Science & Sport 123
Imagem 3 – Atividade cognitiva pré Exercício Intermitente de Alta Intensidade no estudo 1 124
Imagem 4 – Exercício Intermitente de Alta Intensidade no estudo 1 124
Imagem 5 – Atividade cognitiva pré Exercício Intermitente de Alta Intensidade (imagem da esquerda) e teste de velocidade aeróbia máxima (imagem da direita) no estudo 2 125

1 INTRODUÇÃO

A inatividade física esta relacionada a diversos fatores (p.ex., sociais, ambientais, psicológicos) e a fadiga mental pode estar entre estes fatores (BLAFOSS et al., 2019; DE VRIES et al., 2017; FREDERICK et al., 2022). A fadiga mental é um estado psicobiológico induzido por esforço mental, caracterizado por sentimentos de fadiga subjetiva e falta de energia que prejudicam o desempenho cognitivo e físico, desencadeando assim a busca por estratégias que possam mitigar tais efeitos negativos (BOKSEM; TOPS, 2008; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; PROOST et al., 2022).

Como resultado de períodos prolongados de atividade cognitiva, a fadiga mental pode provocar efeitos negativos no desempenho, tendo suas consequências amplamente investigadas em atividades cognitivas (PAGEAUX; LEPERS, 2018). Contudo, situações com exigência cognitiva elevada e continuada *per se*, não conduzirão necessariamente alguém ao estado de fadiga mental. A fadiga mental pode ocorrer após o trabalho cognitivo por um período de tempo relativamente curto, enquanto o engajamento em longas horas de trabalho com demanda cognitiva pode não conduzir à fadiga mental (PARK et al., 2001).

Uma alta demanda de trabalho resultaria em fadiga mental quando a compensação associada ao trabalho for considerada baixa (BOKSEM; TOPS, 2008). Por outro lado, se a motivação para a continuidade de uma determinada tarefa for alta, o esforço investido para realizar essa tarefa também será alto, e a demanda cognitiva não resultaria em fadiga mental (BOKSEM; TOPS, 2008).

Em relação aos efeitos da fadiga mental no desempenho físico, algumas revisões sistemáticas sugerem que a fadiga mental interfere negativamente no desempenho físico de exercícios contínuos, possivelmente por meio do aumento da percepção do esforço (SILVA-JUNIOR et al., 2016; SUN et al., 2022; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017). No entanto, é possível especular que a relação entre motivação (p.ex., estímulo externo) e esforço do indivíduo durante a tarefa física poderia explicar melhor esse efeito, embora sejam necessários mais dados para sustentar essa hipótese.

Em relação aos exercícios anaeróbios, a literatura sugere que o desempenho não é afetado pela fadiga mental (PAGEAUX et al., 2014; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017). Contudo, é importante destacar que mais estudos devem ser desenvolvidos investigando os efeitos da fadiga mental em exercícios intensos, como no exercício intermitente de alta

intensidade (EIAI), considerando que apenas um estudo até o momento adotou um protocolo de EIAI pós fadiga mental induzida (DUNCAN et al., 2015).

Investigações sobre os efeitos da fadiga mental no EIAI parecem limitadas e, de acordo com nossas pesquisas, somente o estudo conduzido por Duncan et al. (2015) usou o protocolo típico de EIAI após a indução da fadiga para testar tais efeitos. Neste estudo, oito adultos treinados foram submetidos 4 esforços de 30s na maior intensidade possível intercalados por 240s de recuperação passiva. Os indivíduos realizaram o EIAI sob as condições com fadiga mental induzida [40 minutos executando uma tarefa cognitiva de concentração, consistindo em uma grade com 100 quadros distribuídos aleatoriamente na qual o participante deveria marcar o número máximo de números consecutivos de 00 a 99 (sempre partindo de 00) dentro de um período de 1 minuto] e sem fadiga mental (40 minutos assistindo a um vídeo emocionalmente neutro). As condições foram divididas de forma randômica e separadas por 72 horas. Ao final, os autores atestaram que o estado de fadiga mental não afetou a potência média (PM), a percepção subjetiva de esforço (PSE), a frequência cardíaca (FC) e a concentração de lactato [La^{+}] quando comparada à situação controle ($p > 0,05$ para todas as comparações).

No entanto, é importante ressaltar que o estudo supracitado apresentou algumas limitações. Os autores não garantiram que a fadiga mental foi realmente atingida, a partir de manifestações psicológicas e comportamentais, como sugerido na literatura (LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017). Ademais, parece ser importante estimar com certa segurança a dimensão da fadiga mental induzida, para assim fazer inferências sobre seus possíveis efeitos no EIAI.

Considerando que o EIAI (em cicloergômetro ou corrida) tem sido relatado como uma alternativa de exercício para a população em geral, com evidências apoiando a ideia de que pequenos períodos de esforços moderados a vigorosos estão associados à redução dos fatores de risco cardiometabólicos (CLARKE; JANSSEN, 2014; GLAZER et al., 2013; WHITE et al., 2015), entender os efeitos da fadiga mental sobre o desempenho na EIAI poderia contribuir para o melhor ajuste deste exercício à condição psicológica do indivíduo e contribuir para uma sessão de exercício mais adequada.

Algumas propostas para reduzir os efeitos negativos da fadiga mental têm sido sugeridas na literatura como intervalos curtos de descanso durante as atividades laborais (LEW; QU, 2014) e ouvir música durante atividades cognitivas prolongadas (GUO et al., 2015). A revisão sistemática de Proost et al. (2022) propõe que a música pode atenuar as sensações de dor e esforço físico experimentadas durante o desempenho físico (p.ex., durante o EIAI). Além disso, a música promove efeitos positivos no desempenho quando aplicada como agente motivacional

em diferentes momentos do EIAI, como no esforço (BALLMANN et al., 2019), nos intervalos de recuperação (HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; KARAGEORGHIS et al., 2021) e durante toda a sessão (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015) Entretanto, os efeitos positivos da música como agente motivacional durante o EIAI na condição de fadiga mental, são menos comuns.

Além dos achados limitados sobre os efeitos negativos da fadiga mental no EIAI, parece ser importante analisar se esse efeito pode ser atenuado pela exposição a estímulos positivos como a música. Ainda, evidências atuais apontam que a música possui efeito ergogênico no EIAI, medidos por aumento na motivação (HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; HUTCHINSON et al., 2011) e diminuição da PSE (BALLMANN et al., 2019; KARAGEORGHIS et al., 2021). Se essa estratégia for adequada, poderá ser utilizada para estimular o exercício em indivíduos submetidos à alta demanda cognitiva, o que poderia ser mitigado pela motivação para realizar o EIAI com o estímulo da música.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da fadiga mental e da intervenção com estímulo musical no desempenho e nas respostas psicológicas durante o exercício intermitente de alta Intensidade no cicloergômetro e na corrida.

2.2 Objetivos específicos

- Verificar se 60 minutos realizando teste de Stroop induz a fadiga mental a partir de variáveis comportamentais e subjetivas;
- Analisar se a fadiga mental aumenta a percepção subjetiva de esforço durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida;
- Analisar se a fadiga mental diminui o desempenho físico durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida;
- Analisar se a fadiga mental altera o percentual relativo à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida;
- Verificar se a música atenua os efeitos deletérios da fadiga mental nas respostas psicológicas e de desempenho durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida;
- Verificar se a música afeta o percentual relativo à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida.

2.3 Hipóteses

Como hipóteses, era esperado que o estado de fadiga mental (1) resultasse em menor desempenho (inferido pela PP, PM, distância percorrida, velocidade) durante o EIAI quando comparado com a condição experimental com estímulo musical e à condição controle; (2) resultasse em maiores valores de percepção subjetiva de esforço e índice de fadiga (IF) durante e após o EIAI quando comparado a condição experimental com estímulo musical e à condição controle; (3) alterasse o os percentuais da velocidade aeróbia máxima, velocidade máxima de sprint e reserva de velocidade anaeróbia. Era esperado que a música (4) atenuasse os efeitos

negativos da fadiga mental. Por fim, era esperado que a dispersão do desempenho seria menor quando os valores fossem expressos pela reserva de velocidade anaeróbia.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão foi organizada com o intuito de concatenar informações relevantes disponíveis a respeito dos principais tópicos em que se baseiam os dois estudo apresentados neste documento. Desta forma, o texto foi dividido em seções iniciando pelo EIAI, passando pelo tema da fadiga mental no exercício, efeitos ergogênicos da música na condição de fadiga mental e no exercício, finalizando com uma revisão sistemática dos efeitos da música na PSE e no desempenho em cicloergômetro.

É importante iniciar apresentando os diferentes tipos de EIAI, suas possibilidades de organização e respostas fisiológicas e psicológicas desencadeadas a partir de sua aplicação. Ainda, explicar por que um dos protocolos mais intensos de EIAI - especificamente o *sprint interval training* (SIT) no cicloergômetro ou na corrida - foi escolhido para ser utilizado neste projeto.

Na sequência, o tema fadiga mental no exercício físico foi abordado. Inicialmente o tema foi exposto de forma geral, contudo, nas páginas seguintes foi apresentado um breve histórico dos estudos associando fadiga mental e exercício físico, desde os primeiros achados até o recente e crescente interesse pelo tema.

Apesar de os estudos com fadiga mental em protocolos de EIAI serem menos comuns, foram listados todos os estudos publicados nas principais bases de indexação de artigos científicos da área da saúde, nomeadamente PubMed, Web of Science e Scopus. Para tanto, foram conduzidas buscas combinando diferentes termos em artigos que tenham induzido fadiga mental antes ou durante um protocolo de EIAI. Os termos chaves, combinações e achados foram apresentados em seções específicas.

Por fim, uma revisão sobre os efeitos da música no exercício físico foi apresentada. O foco nesta seção foi introduzir o tema a partir de um levantamento histórico da aplicação prática da música antes, durante e após o exercício físico. Os efeitos da música como potencial fator ergogênico no exercício já foram bem explorados e são consenso na literatura. Por outro lado, entender se esse efeito positivo pode ser transferido para um estado desfavorável (p.ex., estado de fadiga mental) em um protocolo extenuante de exercícios como o SIT parece importante.

3.1 Treinamento Intermitente de Alta Intensidade

O treinamento intermitente de alta intensidade (HIIT) é considerado hoje uma das formas mais efetivas de treino para melhorias do desempenho físico e indicadores de saúde. O HIIT é um treinamento físico que envolve esforços curtos a longos de alta intensidade

intercalados por períodos de recuperação (BILLAT, 2001). Dentro do HIIT, uma sessão isolada de exercícios é definida como EIAI. No EIAI, esses períodos de esforço são realizados sucessivamente, permitindo que ocorram diversas combinações de intensidade e duração dos esforços e das pausas para recuperação (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; GLAISTER, 2005).

Existem diversas evidências apoiando a ideia de que pequenos períodos de esforços moderados a vigorosos estão associados à redução dos fatores de risco (CLARKE; JANSSEN, 2014; GLAZER et al., 2013; KHALAFI; SYMONDS, 2020; MARTLAND et al., 2020; WHITE et al., 2015). Algumas meta-análises recentes sugerem que o EIAI é uma alternativa de exercício para a população em geral que busca melhorias em indicadores de saúde física e psicológica (ANDREATO et al., 2019; ATAKAN et al., 2022; BOULLOSA et al., 2022).

Ainda, o EIAI parece ser superior ao exercício contínuo de moderada intensidade na melhoria da aptidão cardiorrespiratória (SULTANA et al., 2019), mas promovendo efeitos similares ao exercício contínuo para a redução da gordura corporal (KEATING et al., 2017; PANISSA et al., 2021; SULTANA et al., 2019). Por fim, o EIAI parece promover efeitos positivos em indicadores de saúde em populações não saudáveis (CUENCA-MARTÍNEZ et al., 2022; DE OLIVEIRA TELES et al., 2022; GUO et al., 2022). Neste contexto, as individualidades talvez devam ser consideradas para orientar a escolha do tipo de exercício para fins de melhorias na saúde (ANDREATO et al., 2019).

Em um protocolo de EIAI, pelo menos 11 variáveis podem ser manipuladas (p.ex., intensidade e duração do esforço e da pausa, número de pausas, número de esforços, razão esforço:pausa, modos de exercício, etc.) o que permite uma ampla gama de possibilidades (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Ademais, as diferentes combinações dessas variáveis podem desencadear respostas fisiológicas diferentes durante o exercício (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017). Assim, é importante padronizar a terminologia que adotaremos neste documento acerca dos diferentes tipos de EIAI além de manter a consistência para futuras discussões e descrever as principais variáveis que compõem o EIAI.

Conforme exposto acima, a concepção básica de EIAI é a alternância de períodos intermitentes de esforço intenso separados por períodos de recuperação. Desta feita, emergiram na literatura diferentes termos nos diferentes grupos de pesquisa que canalizam seus esforços para investigar o EIAI. Na língua inglesa (idioma mais adotado pela comunidade científica), termos como "*intermittent exercise*", "*interval-type exercise*", "*interval training*", "*high-intensity interval training*", "*aerobic high-intensity interval training*", "*repeated-sprint exercise*", "*sprint intervals*" e "*low-volume high-intensity interval training*" são encontrados na literatura (TSCHAKERT; HOFMANN, 2013).

Em uma revisão sistemática, Weston; Wisloff e Coombes (2014) relatam que um grupo de pesquisa da Noruega adota o termo *Aerobic Interval Training* (AIT; treinamento aeróbio intervalado) enquanto outros grupos utilizam o termo SIT para descrever esforços supramáximos (> 100% VO2max) ou EIAI de baixo volume quando utilizam esforços curtos (~30s) com intensidades de até 95%. Ao final, os autores propõe duas classificações para o EIAI com base na (i) popularização do termo EIAI; (ii) quando comparado ao AIT, a palavra "intensidade" na sigla EIAI adiciona uma informação importante quanto ao tipo de exercício; e (iii) na necessidade da diferenciação entre EIAI e SIT com relação a segurança de protocolos intensos principalmente em populações não saudáveis (WESTON; WISLOFF; COOMBES, 2014).

Existe a nomenclatura de classificação proposta com base na duração dos esforços, o *reduced exertion high intensity interval training* (REHIT). Neste tipo de EIAI, o protocolo consiste em 2 séries de 20s na maior intensidade possível perfazendo um total de 10 minutos de sessão de exercícios, ao considerarmos aquecimento e desaquecimento (METCALFE et al., 2012; METCALFE et al., 2015). Tal modelo tem base na ideia de um tipo de EIAI com pouca duração total da sessão e menor efeito psicológico negativo desencadeado pela dor de esforços mais longos nos modelos mais tradicionais de EIAI (p.ex., 4x30s/120s recuperação; (METCALFE et al., 2012) .

O grupo canadense liderado por Martin Gibala é um dos – se não o maior – grupos que mais publica artigos utilizando diferentes tipos de EIAI. Nas revisões mais recentes publicadas por esses autores (GIBALA, 2021; GIBALA; LITTLE, 2020; GIBALA; MACINNIS, 2022; MACINNIS; GIBALA, 2017; STORK et al., 2017), eles vêm adotando a terminologia similar a proposta por Weston; Wisloff e Coombes (2014) no qual adicionam o termo EIAI de baixo-volume para protocolos de ~10 esforços de 60s a uma intensidade de ~80 a 90% da frequência cardíaca máxima (FCmáx) intercalados por 60s de recuperação. Ainda, propõem como SIT o tipo mais comum de 4 esforços de 30s na maior intensidade possível intercalados por 4 min recuperação passiva (GIBALA; GILLEN; PERCIVAL, 2014).

Existem ainda propostas para prescrição do EIAI a partir das adaptações fisiológicas desencadeadas pelo tipo de EIAI. Com base em um extenso levantamento histórico, notou-se que os primeiros estudos com EIAI (datados dos anos 1960 e 1970), as prescrições eram baseadas nas adaptações fisiológicas e de desempenho que buscavam atingir com o exercício (TSCHAKERT; HOFMANN, 2013).

Neste sentido, Buchheit e Laursen (2013) propõem que os protocolos EIAI podem ser definidos em quatro tipos com características distintas entre eles: i) EIAI Longo - intensidade

compreendida entre 90% e 100% da velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio (vVO2máx), com esforços maiores que 1 min e razão esforço:pausa de 1:1, 1:2 ou 1:3; ii) EIAI Curto - intensidade compreendida entre 100% e 120% da vVO2máx, com esforços menores que 1 min e relação esforço:pausa de 1:1, 2:1 ou 3:1; iii) *Repeated Sprint Training* (RST) – intensidade compreendida entre 120% e 160% da vVO2max) com duração de 3s a 7s e recuperação ativa (~ 30% vVO2máx) ou recuperação passiva menor que 1 min; e iv) *Sprint Interval Training* (SIT), esforços supra máximos (*all-out*) com duração de ~30s e intervalos de 2 a 4 min de recuperação ativa (~ 30% vVO2máx) ou passiva.

De acordo como elencado até aqui, fica claro que diversas variáveis podem ser manipuladas para compor uma sessão de EIAI, dentre as quais, intensidade e duração dos diferentes momentos da sessão parecem ser fundamentais (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Quando se pensa em intensidade do exercício, logo associa-se a algum parâmetro fisiológico (p.ex., VO2máx; [La+]; FC), mecânico [p.ex., % da massa corporal; potência pico (PP); PM] ou perceptivo (p.ex., PSE) que podem fundamentar tal intensidade.

De fato, para protocolos que não são praticados de forma máxima (*all-out*), estes parâmetros são importantes para controlar a intensidade do EIAI. Por outro lado, o SIT pode ser prescrito sem um teste anterior para determinar um parâmetro que fundamente a intensidade (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Diversos estudos controlam a intensidade do SIT em cicloergômetro a partir de percentuais do peso corporal e valores entre 8 e 9 % da massa corporal para homens e 6 a 7% para mulheres são bem aceitos para proporcionarem resistência mecânica que pode desencadear valores máximos de PP para membros inferiores (BURGOMASTER et al., 2005; DUNCAN et al., 2015; FRANCHINI, 2002; METCALFE et al., 2012; STORK et al., 2015). Para protocolos baseados em corrida, esforços na maior intensidade possível (sem resistência aplicada) são comuns (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; TOWNSEND et al., 2017), bem como estudos com intensidade associada a indicadores de velocidade ou desempenho (BUCHHEIT, 2008; CLEMENTE et al., 2022; GRIPP et al., 2022; MARQUES et al., 2020)

A depender do tipo de EIAI praticado, diferentes respostas/demandas fisiológicas emergem durante a execução da sessão de exercícios. O objetivo fim ao adotar a prática do EIAI deve ser o principal fator a ser considerado no momento da escolha do tipo de EIAI mais eficaz para determinados fins. Neste sentido, a depender das adaptações desejadas, Buchheit e Laursen (2013) categorizam seis diferentes respostas agudas desencadeadas pelos quatro tipos de EIAI (Tabela 1).

Tabela 1 - Resposta fisiológica aguda esperada a partir dos quatro tipos de exercícios intermitentes de alta intensidade.

1 Metabólicas	**2 Metabólicas**	**3 Metabólicas**	**4 Metabólicas**	**5 Metabólicas**	**6 Neuromuscular**
Sistema Aeróbio	Sist. Aeróbio + Neuromuscular	Sistemas Aeróbio e Anaeróbio	Sistemas Aeróbio e Anaeróbio + Neuromuscular	Oxigênio periférico + sistema anaeróbio + Neuromuscular	Velocidade + Força
Intervalos curtos (< 60 s)				SIT	
		Intervalos longos (> 60 s)			
			RST		

Legenda: SIT = *sprint interval training;* RST = *repeated sprint training* (adaptado de Buchheit & Laursen, 2013).

De 1 a 5 as respostas metabólicas são sempre desencadeadas, contudo de acordo com a mudança do tipo de EIAI (p.ex., duração do esforço e/ou da pausa), diferentes interações e predominância dos sistemas de fornecimento de energia são requeridas. Ao observarmos a tabela 1, fica claro que as diversas combinações levantadas anteriormente podem ser usadas para desencadear respostas distintas. Posto isto, nesse documento adotaremos a proposta de Buchheit e Laursen (2013) principalmente por ser pautada nas adaptações fisiológicas desencadeadas pelo exercício, estas que são, em última análise, o objetivo fim de boa parte dos programas de exercício voltados a população em geral.

3.2 *Sprint Interval Training*

Dentre as diferentes combinações de esforço e pausa possíveis, um dos protocolos EIAI com volume total de exercício reduzido é o SIT (categoria 5; Tabela 1). Um protocolo comum de SIT costuma ser composto por 4 a 6 esforços de 30s na maior intensidade possível intercalados por 4 minutos de recuperação passiva (GIBALA et al., 2012). Outros autores detalham o SIT como uma subdivisão do EIAI, no extremo mais alto do espectro de intensidade, envolvendo períodos de esforço máximo variando de 10s a 30s intercalados por recuperação ativa ou passiva (SLOTH et al., 2013; ZELT et al., 2014).

Um dos primeiros estudos acerca do SIT foi o de Burgomaster et al. (2005). Com o intuito de testar seus efeitos no potencial oxidativo do músculo, VO2pico e tempo até a fadiga

durante esforço contínuo com intensidade equivalente a 80% do VO2pico, PP, PM e índice de fadiga (IF), 8 indivíduos foram submetidos a seis sessões de SIT (quatro a seis esforços de 30s na maior intensidade possível com intensidade fixa de 7,5% do peso corporal intercalados por 4 min de recuperação passiva). Com exceção do VO2pico e do IF, houve diferença significante para todas as outras variáveis quando comparadas às medidas pré intervenção ($p < 0,05$) e ao grupo controle ($p < 0,05$). Ao final, os autores destacam que o volume total de esforços intensos foi de ~15 min, o que promove uma relação custo/benefício positiva.

Outro estudo original pioneiro acerca dos efeitos do SIT na saúde foi o de Gibala et al. (2006). Foi um dos primeiros a introduzir que o SIT é de fato uma estratégia eficiente para melhorias na capacidade oxidativa do músculo esquelético e desempenho no exercício, com um volume total reduzido quando comparado ao exercício contínuo de moderada intensidade. Neste estudo, 16 homens ativos foram alocados em dois grupos [SIT (quatro a seis esforços a ~250%VO2pico:4 min de recuperação passiva) ou exercício contínuo (90 a 120 min a ~65%VO2pico)] no qual realizaram seis sessões de exercício durante 2 semanas. Antes e após o período de treinamento, dois testes contrarrelógio no cicloergômetro foram aplicados (2 km e 30 km em velocidade autosselecionada). Ao final, o volume total de tempo despendido do grupo SIT foi de ~2,5h enquanto o do grupo contínuo foi de ~10,5h. Os participantes de ambos os grupos apresentaram melhorias similares na capacidade oxidativa do músculo e no desempenho nos testes contrarrelógio (efeito de tempo $p < 0,001$), apesar de o grupo SIT ter demandado um volume total de 10% do volume despendido no exercício contínuo.

Posteriormente, com base na ideia de que apesar do apelo mundial por incrementos nos níveis de atividades físicas a população em geral tem dificuldades em cumprir os 150 min de atividade física moderada a vigorosa ou 75 min de atividade física vigorosa por semana preconizados (GARBER et al., 2011), o SIT passou a ser investigado também por ser um tipo de treinamento tempo-eficiente, visto que uma das barreiras comumente reportadas pelos estudos epidemiológicos é a falta de tempo para a prática de exercícios físicos (BAUMAN et al., 2012; SEQUEIRA; CRUZ; PINTO, 2012; TROST et al., 2002), em diferentes populações (KIMM et al., 2006; KORKIAKANGAS; ALAHUHTA; LAITINEN, 2009), inclusive por adultos e idosos brasileiros (RECH et al., 2018).

Alguns estudos revisaram sistematicamente a produção científica sobre o SIT e atestaram melhorias em índices relacionados à saúde a partir da prática do SIT, como melhor desempenho aeróbio (GIBALA; GILLEN; PERCIVAL, 2014; MACINNIS; GIBALA, 2017; SLOTH et al., 2013), incrementos no potencial oxidativo muscular (ASTORINO; SCHUBERT,

2018; MACINNIS; GIBALA, 2017; SLOTH et al., 2013) e no controle glicêmico (GIBALA; GILLEN; PERCIVAL, 2014; SLOTH et al., 2013).

Além dos estudos investigando as adaptações fisiológicas e de desempenho a várias sessões de SIT (4 a 6 sessões), outros estudos focaram nos efeitos agudos de uma ou duas sessões de SIT (ENGEL et al., 2014; FREESE; GIST; CURETON, 2013; KILPATRICK; GREELEY, 2014; MALTA et al., 2018; MARQUES et al., 2020). De maneira geral, os estudos reportam que apesar da curta duração de uma sessão de SIT, uma alta demanda cardiorrespiratória, cardiovascular e metabólica é desencadeada, além de alta exigência física, o que sustenta a ideia de importantes adaptações em indicadores de saúde já reportada nos estudos de característica crônica.

Portanto, vimos até aqui que parece haver consenso na literatura especializada que o SIT pode ser uma alternativa exercício para desencadear melhorias na aptidão física e na saúde em diferentes populações. Contudo, a característica extenuante do SIT também resulta em alta PSE, o que pode, até certo ponto, limitar a prática. De fato, existe uma discussão na literatura que coloca em lados opostos os efeitos positivos do SIT na saúde e a menor aderência a um programa de SIT causada pelo possível efeito aversivo de uma sessão de SIT (ASTORINO; THUM, 2016; HARDCASTLE et al., 2014; JUNG; LITTLE; BATTERHAM, 2016; ROBERTSON-WILSON; EYS; HAZELL, 2017).

Em um artigo de opinião, Hardcastle et al. (2014) sugerem que o SIT é inadequado para a maioria da população fisicamente inativa principalmente por ser extenuante, desencadeando repostas psicológicas negativas que podem influenciar na aderência a um programa de exercícios. Outros indicam ainda que ao se envolver em uma sessão de SIT, o indivíduo deve estar extremamente motivado, do contrário, o SIT pode não ser tolerável (GILLEN; GIBALA, 2014).

A ideia de que o SIT pode não ser tolerável para alguns indivíduos baseia-se na proposta de que intensidades mais altas de exercício (p.ex., acima do limiar ventilatório) estão associadas a sentimentos negativos e níveis potencialmente baixos de adesão ao exercício (EKKEKAKIS; HALL; PETRUZZELLO, 2008). Ao testarem as respostas afetivas e de prazer de 30 adultos em três protocolos de exercício de diferentes intensidades (acima, abaixo e no limiar ventilatório) com duração de 15 min em esteira ergométrica, Ekkekakis et al. (2008) concluíram que a intensidade não influenciou as respostas afetivas quando comparados os momentos pré e pós exercício. Contudo, durante o exercício na condição em intensidade acima do limiar ventilatório, tais respostas apresentaram um decréscimo significante e homogêneo.

Considerando que o SIT é praticado em intensidade supra máximas (como explicado anteriormente), é plausível inferir que esse protocolo pode promover decréscimos na motivação durante a execução da sessão, conduzindo a uma provável menor aderência a um programa. Perri et al. (2002) verificaram essa hipótese ao analisarem por 6 meses a adesão de adultos sedentários a exercícios físicos e encontraram aderência significativamente maior na condição de intensidade moderada em comparação com a condição de alta intensidade ($p = 0,02$). Mais recentemente, Marques et al. (2020) testaram as respostas psicológicas aos diferentes protocolos de EIAI propostos por Buchheit e Laursen (2013). A PSE apresentou valores maiores para o SIT em comparação com EIAI longo ($p = 0,033$) e uma preferência dos participantes pelo RST (protocolo com menor duração de esforço; $p = 0,001$).

Ademais, ao considerarmos que os fatores responsáveis pelas melhorias induzidas pelo EIAI no desempenho são complexos e determinados por vários atributos fisiológicos (p ex., cardiovascular, metabólico, neural, respiratório) e psicológicos (p. ex., motivação, PSE) e que o SIT tradicional baseado no Wingate requer um ergômetro especializado e um nível extremamente alto de motivação do sujeito, além da natureza extrema do exercício, é discutível que a população em geral possa adotar o modelo com segurança (GIBALA; MCGEE, 2008). Outros sugerem ainda que os estudos futuros devem examinar protocolos modificados, baseados em intervalos para identificar a combinação ideal – se é que de fato existe – de intensidade e volume de treinamento necessários para induzir adaptações positivas na saúde de maneira prática e eficiente em termos de tempo (METCALFE et al., 2015; VOLLAARD; METCALFE; WILLIAMS, 2017).

A partir deste paradoxo, surgem muitas questões: (i) como manter os benefícios da prática do SIT na saúde diminuindo a percepção desencadeada pelo esforço extenuante?; (ii) ajustes nos protocolos (p.ex., duração ou número de séries) podem atenuar tais desconfortos? (iii) estímulos motivacionais podem atenuar como um indivíduo percebe uma sessão de SIT?

Neste sentido, alguns estudos foram conduzidos para tentar entender se diferentes modelos de SIT produziriam adaptações positivas na saúde e no desempenho semelhantes às desencadeadas por um protocolo tradicional (4-6 x 30s na maior intensidade possível:4 min). Hazell et al. (2010) verificaram se 3 protocolos distintos de SIT [4-6 x (30s na maior intensidade possível:4 min) vs. (10s na maior intensidade possível:4 min) vs. (10s na maior intensidade possível:2 min)] promoveriam diferentes modificações nas potências aeróbia e anaeróbia por duas semanas em 48 homens fisicamente ativos. Como principais achados, os autores reportaram que os protocolos modificados promoveram os mesmos benefícios no desempenho contrarrelógio ($p = 0,620$), na PP durante o Wingate e VO2máx de forma similar ao protocolo

tradicional de SIT. Por fim, os autores sugeriram que a geração da PP durante os primeiros segundos de cada sessão de EIAI é possivelmente responsável pelas adaptações do SIT do que o trabalho total (TT) concluído (HAZELL et al., 2010).

Posteriormente, outro estudo comparou por quatro semanas os efeitos de dois protocolos distintos de SIT (4-6 x 30s na maior intensidade possível:4,5 min de recuperação ativa vs. 4-6 x 15s na maior intensidade possível:4,75 min de recuperação ativa) nas capacidades aeróbia e anaeróbia, [La^+] e potência crítica em 36 homens fisicamente ativos. Os voluntários apresentaram incremento similares no VO2pico, limiar de lactato, potência crítica, PP e PM no Wingate para estas duas condições (ZELT et al., 2014).

Por fim, em uma revisão sistemática com meta-análise (VOLLAARD; METCALFE; WILLIAMS, 2017), 34 estudos com SIT foram analisados com o objetivo de verificar os efeitos de diferentes quantidades de séries em melhorias no VO2max. Os autores demonstraram que o SIT com diferentes repetições e duração do esforço são tão eficazes para melhorar o VO2max, quanto o protocolo tradicional de SIT. Portanto, protocolos mais viáveis e eficazes do ponto de vista do menor volume total devem ser mais explorados, ademais, no sentido de estabelecer protocolos que permitam maior satisfação com o exercício e aceitabilidade, além de menor esforço percebido e menor potencial de causar respostas afetivas negativas (VOLLAARD; METCALFE; WILLIAMS, 2017).

A princípio, a literatura parece concordar que alterações no número e duração dos esforços podem manter as adaptações positivas do SIT tradicional, mas com um volume total ainda mais reduzido. Considerando que essa busca de novos modelos de protocolos de SIT surgiu principalmente para atenuar possíveis respostas afetivas negativas e também diminuir as percepções de esforço físico aumentadas pelo caráter extenuante do SIT, outros estudos focaram nas respostas psicológicas destes novos modelos de SIT (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; METCALFE et al., 2012; METCALFE et al., 2015; TOWNSEND et al., 2017).

Um estudo dividido em duas partes agregou análises em variáveis de desempenho e de dispêndio energético (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017); parte um) e variáveis de caráter psicológico (TOWNSEND et al., 2017); parte dois) comparando três diferentes protocolos de SIT, sendo (i) 4x30:240s (SIT tradicional); (ii) 8x15s:120s; e (iii) 24x5s:40s. Os protocolos foram equalizados com relação à duração do esforço (120s), da recuperação (16 min) e razão esforço:pausa (1:8).

No estudo supracitado, o dispêndio energético durante a sessão foi maior ($p < 0,001$) no SIT 15s:120s quando comparado ao SIT tradicional e o dispêndio 3h após a sessão também foi

maior (p = 0,014) para o SIT 15s:120s quando comparado ao SIT 5s:40s. Contudo, este último protocolo foi o que gerou maior dispêndio durante a sessão (p < 0,001) comparativamente aos outros dois protocolos. Quanto às respostas psicológicas, o afeto durante a sessão de SIT 5s:40s foi mais positivo quando comparado ao SIT tradicional (p < 0,05). O afeto 30 minutos após a sessão foi mais positivo para os protocolos com duração do esforço mais curto, sendo 5s:40s (p = 0,04) e 15s:120s (p = 0,015) quando comparados ao SIT tradicional. Os voluntários foram mais confiantes durante os protocolos de 5s:40s (p = 0,001) e 15s:120s (p = 0,008) e apresentaram maiores intenções de realizar o protocolo de SIT 5s:40s no futuro, quando comparado ao 15s:120s (p = 0,035) e SIT tradicional (p = 0,044). Por fim, o SIT 5s:40s foi classificado como o mais agradável e preferido pelos participantes quando comparado ao SIT 15s:120s (p = 0,025) e ao SIT tradicional (p = 0,026) (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; TOWNSEND et al., 2017).

Analisando tais achados, os autores sugerem que esforços máximos mais curtos aumentam o dispêndio energético durante e após o SIT e são percebidos como mais agradáveis e levam a maiores intenções de se envolver no SIT (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; TOWNSEND et al., 2017). Contudo, cabe aqui ressaltar que este estudo foi conduzido com apenas 9 voluntários (número amostral limitado) e em esteira ergométrica, o que pode limitar o ajuste preciso dos momentos de esforço e recuperação.

A meta-análise publicada por Oliveira; Santos; Kilpatrick; Pires *et al.* (2018) teve como objetivo investigar os efeitos do EIAI e do exercício contínuo nas respostas afetivas de prazer durante a após o exercício. No geral, os protocolos de EIAI apresentaram efeitos positivos similares (em alguns casos até superiores) nas variáveis psicológicas aferidas quando comparados ao exercício contínuo. Apesar de a revisão sistemática não ter incluído protocolos de SIT, um interessante achado apontou que quando o protocolo de exercício contínuo era de intensidade moderada ou vigorosa (contudo, com intensidade ainda inferior ao EIAI), os participantes reportavam respostas psicológicas similares ou mais positivas em favor do EIAI.

Ainda, Oliveira et al. (2018) destacaram que a relação entre a razão esforço:pausa e respostas afetivas mais positivas não é linear, visto que em um estudo que analisou três protocolos de EIAI (120s:120s vs. 30s:30s vs. 60s:60s, ou seja, todos com razão 1:1), os escores de respostas afetivas foram mais baixos no protocolo com maior duração de esforço e de pausa (120s:120s) quando comparados aos outros dois protocolos (KILPATRICK; GREELEY; COLLINS, 2015; OLIVEIRA et al., 2018).

Analisando tais inferências de forma agregada, a duração do esforço parece ser fundamental para modular as respostas psicológicas durante o exercício. Portanto, é possível

inferir que protocolos de SIT mais curtos (~15s), com períodos de recuperação de duração similar ou maiores (p.ex., 1:6; 1:8) e com maior número de repetições podem ser uma alternativa interessante para continuar promovendo os benefícios já conhecidos do SIT na saúde, mas com melhores respostas psicológicas (p.ex., menor incremento no esforço percebido), favorecendo então a motivação necessária para desempenhar sessões intensas de exercícios como o SIT (KILPATRICK; GREELEY, 2014; STORK; GIBALA; GINIS, 2018).

Por fim, vimos até aqui que o SIT é uma alternativa interessante para desencadear melhorias na saúde, mas pode ser aversivo dada sua característica extenuante. Contudo, ao manipular as principais variáveis de um protocolo de SIT, nomeadamente duração e intensidade do esforço e da pausa, a possível aversão pode ser atenuada, sem prejuízo aos efeitos benéficos do exercício.

Uma meta-análise foi conduzida para investigar a prevalência de preditores na desistência de treinamento intervalado de alta intensidade (incluindo também protocolos de SIT) em indivíduos sedentários (RELJIC et al., 2019). Um total de 55 experimentos (1.138 participantes) foram analisados e surpreendentemente, a intensidade não foi um preditor de desistência do EIAI. Não houve diferença significante ($p = 0,70$) quando comparadas as taxas de desistências nas diferentes intensidades de protocolos de EIAI, sendo: 6 estudos com intensidades <90% da FCmáx ou PP (taxa de 12,3%); 26 estudos com intensidades de 90-94% da FCmáx ou PP (taxa de 16,5%); 8 estudos com intensidades de 95-100% da FCmáx ou PP (taxa de 13,4%; e 27 estudos com intensidades supra máximas (taxa de 14,6%).

Por outro lado, o tipo do EIAI [corrida ou bicicleta (maior taxa de desistência nas corridas; $p < 0,001$)], maior duração do esforço/sessão ($p = 0,013$), maior duração do esforço/semana ($p = 0,031$) e um alto volume total do esforço/sessão de EIAI ($p = 0,037$) foram determinantes para as desistências de programa de EIAI (RELJIC et al., 2019).

Discutindo os achados, Reljic; Lampe; Zopf et al. (2019) destacaram que dos 27 estudos que aplicaram protocolos supra máximos, 13 não foram SIT tradicional e sim protocolos adaptados (p.ex., 2x10-20s), o que pode explicar a ausência de diferenças significantes e corrobora a ideia de que protocolos melhor ajustados são mais toleráveis a sujeitos insuficientemente ativos. Reljic et al. (2019) destacaram ainda que o receio de cair, se machucar (p.ex., torcer o tornozelo ou se machucar na queda) durante a corrida na rua ou na esteira durante o EIAI foi determinante para uma maior percepção de segurança, e consequente motivação, em protocolos na bicicleta. Por fim, os autores especulam que uma baixa duração total da sessão tem papel determinante na permanência em programa com EIAI.

Em conclusão, a literatura parece concordar que protocolos de volume total reduzido (diferentes do SIT tradicional) são boas opções para agrupar os critérios: adaptações positivas em indicadores de saúde e de desempenho; que seja eficiente com relação à duração da sessão; e menos aversivo (a partir de indicadores subjetivos como a PSE ou motivação).

3.3 Fadiga Mental

A fadiga mental é definida como um estado psicofisiológico que pode derivar de uma tarefa cognitiva que, quando prolongada ou intensa, pode desencadear durante ou após a realização da tarefa, um sentimento subjetivo de exaustão mental (LORIST, 2008; SILVA-JUNIOR et al., 2016). Fatores como sobrecarga de informação, exigência de concentração prolongada, monotonia e repetições de ações também podem desencadear o estado de fadiga mental (BARKER; NUSSBAUM, 2011).

Uma vez instalado, o estado de fadiga mental é caracterizado como um sentimento subjetivo de falta de energia, cansaço ou até mesmo exaustão após exposições prolongadas a atividades cognitivamente exigentes (BOKSEM; TOPS, 2008; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Tal estado pode prejudicar o desempenho humano e, portanto, é um dos principais fatores que influenciam negativamente a produtividade no ambiente laboral em termos de qualidade e quantidade (HOLTZER et al., 2011).

A fadiga mental tem sido associada ainda a aumentos do risco de erro (MCCORMICK et al., 2012) e na falta de atenção (VAN DER LINDEN et al., 2006), declínio no planejamento e processamento de novas informações (ISHII; TANAKA; WATANABE, 2014) além de um sentimento de aversão a continuar na tarefa (BOKSEM; TOPS, 2008; BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2006). Estudos de caráter epidemiológico reportam que é comum trabalhadores estarem fadigados mentalmente após um dia de trabalho (RICCI et al., 2007) e que existe uma associação entre altos níveis de fadiga mental e níveis reduzidos de atividades físicas (DE VRIES et al., 2016; DE VRIES et al., 2017), assim como a prática de exercícios físicos nos momentos de lazer (BLAFOSS et al., 2019).

Os efeitos da fadiga mental no desempenho cognitivo parecem bem estudados (BOKSEM; TOPS, 2008; BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2006). Por outro lado, investigações relativas aos efeitos desse estado no desempenho no exercício físico são relativamente recentes, com o primeiro estudo datando de apenas 14 anos atrás (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). De acordo com o levantamento retrospectivo conduzido para esta revisão da literatura, anterior a este estudo, apenas o estudo de Mosso (1906) reportando

efeitos deletérios da fadiga mental no desempenho muscular de dois colegas após muitas horas de aulas e exames.

Uma possível explicação para mais de um século sem publicações científicas acerca do tema pode ser o desenvolvimento/descobrimento de tarefas cognitivas que pretensamente poderiam desencadear a fadiga mental no ambiente laboratorial. Atualmente, para desencadear a fadiga mental em um desenho experimental, investigadores adotam diferentes estratégias, entre elas: solicitar aos voluntários que reorganizem horários fictícios por horas; solicitar que resolvam mentalmente problemas aritméticos por três horas ou ainda; solicitar tarefas incluindo memória de trabalho, tarefas de inibição e problemas de aritmética durante 90 minutos (KLAASSEN et al., 2013; TREJO et al., 2015; VAN DER LINDEN; FRESE; MEIJMAN, 2003).

Conforme reportado anteriormente, conduzimos pesquisas nas principais bases de dados em saúde (PubMed, Web of Science e Scopus) em busca artigos que aplicaram tarefa cognitiva que pretensamente poderia induzir fadiga mental e logo após o EIAI foi realizado. Para tal, utilizamos os termos e operadores booleanos que seguem: "*mental fatigue*" OR "*mental exertion*" OR "*cognitive fatigue*" AND "*high intensity interval exercise*" OR "*high intensity interval training*" OR "high *intensity intermittent exercise*" OR "*high intensity intermittent training*" OR "*repeated sprint training*" OR "*sprint interval training*". Esta busca foi conduzida em novembro de 2022.

Os critérios de inclusão foram: (i) manuscritos publicados desde o início da indexação até novembro de 2022; (ii) estudos que utilizaram protocolos de exercícios anaeróbios e/ou intervalados de alta intensidade; (iii) exercícios baseados em cicloergômetro para braços ou pernas, esteiras ou pistas; (iv) que tenham analisado os efeitos da fadiga mental em regimes agudos ou crônicos; (v) e tenham incluído qualquer medida psicológica, psicofísica, psicofisiológica ou de desempenho. Foram excluídos documentos acadêmicos (monografias, dissertações e teses) e livros ou capítulos de livro, estudos com amostras com modelo animal ou humanos não saudáveis. Não houve restrição de idioma.

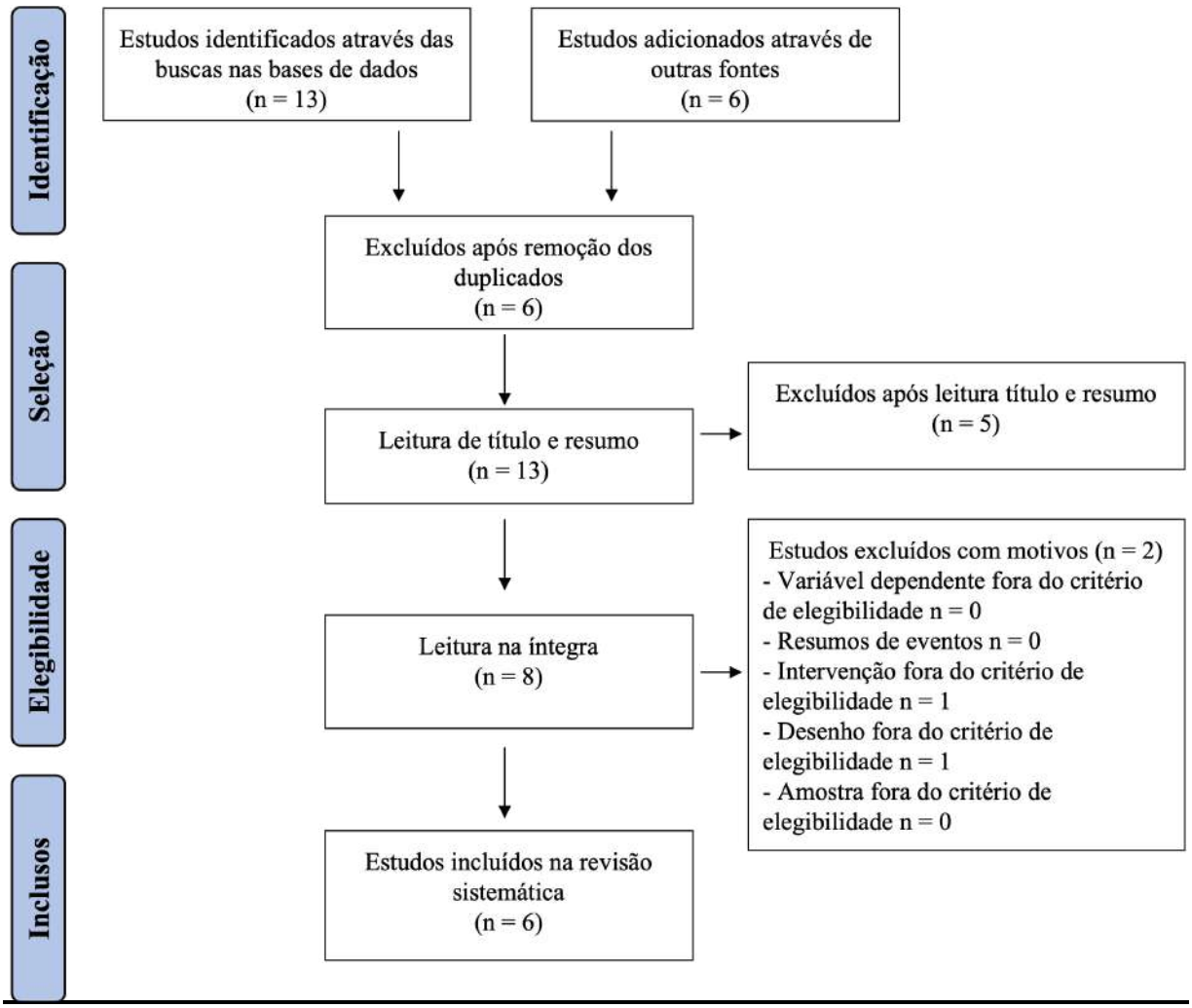


Figura 1 - Fluxograma de busca de estudos associando fadiga mental e exercício intermitente de alta intensidade.

Ao todo, 19 artigos resultaram da estratégia de busca (Figura 1). Retirados os duplicados e os que não cumpriram os critérios de elegibilidade, restaram seis artigos (BRAY et al., 2012; DUNCAN et al., 2015; HEAD et al., 2016; MARTIN et al., 2015; SMITH et al., 2016; VRIJKOTTE et al., 2018) com potencial para serem incluídos e discutidos aqui, visto que eram com exercícios com esforços máximos/supra máximos desempenhados após a aplicação de uma tarefa cognitiva que induziria fadiga mental e comparados a uma situação controle sem a presença da fadiga mental.

Contudo, após leitura completa dos mesmos, cinco estudos não se encaixaram nas definições de EIAI, visto que dois deles aplicaram exercício intensos, mas localizados, sendo um com preensão manual voluntária máxima (BRAY et al., 2012) e outro com extensões máximas de joelhos (MARTIN et al., 2015). O terceiro aplicou exercícios de força em circuito (HEAD et al., 2016).

Dois estudos analisaram os efeitos da fadiga mental (30min e 90min do teste de Stroop respectivamente) no desempenho em esforços máximos na corrida e na bicicleta, sendo: Yo-Yo - 2x20m:10s de recuperação entre os esforços (SMITH et al., 2016) e 2 testes máximos na bicicleta ergométrica no mesmo dia intercalados por 4h (VRIJKOTTE et al., 2018). A fadiga mental limitou o desempenho em ambos os testes, contudo, foram testes progressivos até a exaustão, portanto, não são considerados um EIAI. Posto isto, apenas o estudo de Duncan et al. (2015) aplicou um protocolo de EIAI após uma tarefa cognitiva. Este será discutido mais a frente.

No contexto do exercício físico (MARTIN et al., 2015; PAGEAUX et al., 2015) ou do esporte (MOREIRA et al., 2018; SMITH et al., 2016) pesquisadores comumente adotam tarefas cognitivas de inibição da respostas automáticas como o teste de Stroop (STROOP, 1992) e o *AX Continuous Performance Test* (CARTER et al., 1998).

A escolha destas tarefas está amparada nos mecanismos de inibição de fadiga percebida. De acordo com a revisão de McMorris et al. (2018), atletas devem inibir a percepção de fadiga para que o objetivo seja alcançado, portanto, tarefas cognitivas que exigem inibição de respostas automáticas esgotariam os recursos necessários para inibir as percepções de fadiga, conduzindo a um comprometimento do desempenho físico a partir de uma percepção alterada da dificuldade da tarefa física.

De fato, a inibição do desejo de parar de se exercitar é um processo que ocorre na área motora pré-suplementar e no córtex cingulado anterior (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; PAGEAUX et al., 2014). Como a tomada de decisão (p.ex., parar de pedalar) depende da ativação destas áreas, as tarefas citadas acima podem desencadear as condições cognitivamente fatigantes. O teste de Stroop ativa uma ampla gama de regiões, incluindo o córtex cingulado anterior (BANICH; DEPUE, 2015; UNGAR et al., 2010), e a fadiga mental tem sido associada a alterações no córtex pré frontal (COOK et al., 2007; TANAKA; ISHII; WATANABE, 2014; TANAKA et al., 2012).

O estudo de Brownsberger et al. (2013) analisou o efeito da fadiga mental no esforço percebido ao submeter 12 indivíduos a duas condições: experimental (90 min de tarefa cognitiva de atenção sustentada e inibição de resposta automática) e controle (assistir um documentário emocionalmente neutro por 90 min) antes de desempenhar duas sessões de exercício consecutivas em cicloergômetro em intensidade autosselecionada (PSE 11 e PSE 15). Além da produção de menor potência tanto na PSE 11 ($p = 0,005$) quanto na PSE 15 ($p = 0,028$) e sensações de cansaço mental ($p < 0,001$) sob a condição experimental, os autores relataram que essa condição gerou maior ativação da banda β do lobo frontal (associada a aumentos da

atenção e excitação) em comparação à condição controle antes do exercício ($p < 0,001$). Ao final, os autores sugeriram que a regulação voluntária do esforço durante o exercício pode ser modulada também por fatores centrais, como associações cognitivas negativas e sensações de fadiga mental imediatamente antes do exercício, desencadeando uma percepção alterada da dificuldade da tarefa (BROWNSBERGER et al., 2013).

Especificamente, o teste de Stroop foi desenhado para analisar o tempo de reação de indivíduos expostos a nomes de cores grafadas com uma cor diferente do nome (p.ex., a palavra amarelo escrita em azul: AMARELO). Assim, a ideia central da tarefa não é induzir a fadiga mental, contudo e conforme reportado anteriormente, a exposição prolongada a tarefas repetitivas e cognitivamente exigentes, poderá desencadear um estado de fadiga mental (STROOP, 1992).

Além da escolha da tarefa cognitiva, que pretensamente poderá induzir fadiga mental, outro ponto importante é a duração da intervenção. Parece existir consenso na literatura especializada de que a execução de no mínimo 30 min de uma destas tarefas é suficiente para que o estado de fadiga mental se instale (VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017). Além disso, estudos que tentaram induzir fadiga mental por menos de 30 min (~10 min) não obtiveram sucesso (HAGGER et al., 2016; SCHÜCKER; MACMAHON, 2016).

Relacionado ao sucesso na tentativa de indução de fadiga mental em ambiente laboratorial, tão importante quanto a escolha adequada da tarefa cognitiva e sua duração, quantificar a magnitude da manifestação da fadiga mental parece ser um ponto importante. Van Cutsem et al., 2017 propõem que a fadiga mental se manifesta em três diferentes dimensões: subjetivas (p.ex., maior percepção de esforço e de fadiga), comportamentais (p.ex., declínio no desempenho, acurácia e tempo de reação) e fisiológicas (p.ex., variabilidade da FC e hormonais).

Quantificar a fadiga mental a partir de sua manifestação subjetiva é mais comum, principalmente por conta da praticidade. Monitorar alterações no humor (PAGEAUX; MARCORA; LEPERS, 2013) e na percepção de fadiga (BROWNSBERGER et al., 2013; SMITH et al., 2016) e carga de trabalho (LE MANSEC et al., 2018; MARTIN et al., 2016) são alternativas interessantes e amplamente utilizadas. Reforçando que a fadiga mental é caracterizada por sentimentos de cansaço, falta de energia e baixa motivação em continuar desempenhando a tarefa, é plausível afirmar que aferir a fadiga mental a partir de escalas (p.ex., escala analógica visual ou índice de carga de trabalho) pode oferecer uma boa medida de quantificação do estado de fadiga mental.

A manifestação comportamental da fadiga costuma ser quantificada a partir da acurácia, tempo de reação e atenção sustentada durante a tarefa indutora de fadiga (HEAD et al., 2016; WANG et al., 2016). Portanto, incrementos ou decréscimos na acurácia, aumento do tempo de reação e ausência de respostas durante o teste são marcadores da presença da fadiga mental.

Quantificar a fadiga mental a partir das duas manifestações anteriores são mais comuns, contudo, a manifestação fisiológica da fadiga parece menos explorada. De fato, técnicas como análises do comportamento cerebral ou ressonância são caras e com pouca margem para aplicabilidade prática no dia a dia (PAGEAUX; LEPERS, 2018). Por outro lado, alguns estudos notaram alterações fisiológicas durante o desempenho da tarefa subsequente a indução de fadiga como maior FC e [La+] (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009), maior FC média (BROWNSBERGER et al., 2013) e menores concentrações de testosterona e alfa-amilase salivares (MOREIRA et al., 2018) todas detectadas durante o exercício físico sob a condição de fadiga mental quando comparados ao controle.

Em delineamentos experimentais nos quais o objetivo é testar os efeitos da fadiga mental em tarefas subsequentes, a maior parte dos estudos acessa as manifestações subjetivas e comportamentais da fadiga mental. Para maior segurança na indução da fadiga, as três manifestações (subjetivas, comportamentais e fisiológicas) devem ser aferidas, contudo, conforme reportado acima, os custos e a aplicabilidade prática no "mundo real" são fatores que limitam a avaliação da manifestação fisiológica. Em adição, é esperado ainda que cada indivíduo manifeste o estado de fadiga mental em diferentes magnitudes e momentos (VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017).

3.3.1 Fadiga Mental no Exercício Físico

Especificamente no contexto do exercício físico, estudos buscando analisar os efeitos da fadiga mental nos exercícios têm recebido crescente atenção nos últimos anos, com alguns confirmando efeitos deletérios no desempenho (HEAD et al., 2016; MACMAHON et al., 2014; PIRES et al., 2018) e outros falhando ao tentar replicar tais efeitos (SILVA-CAVALCANTE et al., 2018; VAN CUTSEM; PAUW; et al., 2017).

Conforme referido anteriormente, o interesse nos efeitos da fadiga mental no exercício físico é relativamente recente. Esse interesse parece emergir primariamente dos impactos da fadiga mental no desempenho relacionado aos esportes, dado que a maioria das evidências estão relacionadas à capacidade de resistência, de produzir força máxima, potência, executar com

precisão movimentos direcionados a objetivos e de tomar decisões precisas relacionadas ao esporte (PAGEAUX; LEPERS, 2018).

Assim, ao considerarmos que não apenas atletas durante o treinamento e competições e pelos profissionais que trabalham em horário prolongado relatam estados de fadiga mental, parece importante investir esforços também em indivíduos não atletas (BROWNSBERGER et al., 2013) que buscam exercícios físicos em busca de melhorias em indicadores de saúde, no qual a fadiga mental pode limitar o desempenho do exercício individual.

O primeiro estudo original a manipular a indução de fadiga mental imediatamente pré exercício foi conduzido por Marcora; Staiano e Manning (2009). Neste estudo, 16 participantes foram submetidos a duas condições experimentais (90 min de indução de fadiga mental ou controle) antes de pedalar a até a exaustão a uma intensidade de 80% do pico de potência aeróbia em bicicleta estacionária. A percepção subjetiva de fadiga ($p = 0,005$) e a percepção de esforço ($p = 0,007$) foram maiores sob a condição de fadiga mental. O tempo até a exaustão foi menor também sob a condição de fadiga mental ($p = 0,003$). Por outro lado, as variáveis de cardiorrespiratórias (VO2 e ventilação) e fisiológicas ($[La^+]$) não foram afetadas, bem como o sucesso autorreportado e a motivação.

Ademais, a fadiga mental pode limitar a tolerância a exercícios de alta intensidade a partir de uma maior percepção subjetiva de esforço e não apenas por mecanismos cardiorrespiratórios e musculoesqueléticos, sugerindo então, que o estado psicológico pré exercício pode ter papel importante na regulação do desempenho (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009). Tais inferências abrem um vasto campo de discussão tanto para o esporte (p.ex., tarefas mentalmente exigentes antes de competições esportivas) como para o indivíduo não atleta que, após prolongada demanda cognitiva no ambiente laboral, busca o exercício físico para melhorias na saúde. Além disso, para otimizar o desempenho, as tarefas mentalmente exigentes devem ser evitadas antes das competições que exigem resistência.

Após estes achados, muitos outros estudos foram conduzidos para aprofundar os conhecimentos acerca do tema (BUDINI et al., 2014; DUNCAN et al., 2015; HEAD et al., 2016; MACMAHON et al., 2014; MARTIN et al., 2015; MOREIRA et al., 2018; PAGEAUX; MARCORA; LEPERS, 2013; PAGEAUX et al., 2015; SHORTZ et al., 2015; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015) e, atualmente, parece haver consenso na literatura científica acerca dos efeitos deletérios da fadiga mental no desempenho durante o exercício contínuo (MCMORRIS et al., 2018; PAGEAUX; LEPERS, 2018; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017).

De acordo com o levantamento conduzido para este documento, uma revisão narrativa (SILVA-JUNIOR et al., 2016), três sistemáticas (VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017), sendo duas com meta-análise (CLEMENTE et al., 2021; MCMORRIS et al., 2018) e um capítulo de livro (PAGEAUX; LEPERS, 2018) foram desenvolvidos analisando estudos que induziram fadiga mental e verificaram seus efeitos em variáveis subjetivas, comportamentais e fisiológicas durante e após o exercício físico.

Ao todo (excluídos os duplicados) 24 estudos (Tabela 2) foram analisados e todos os autores que aferiram a PSE indicaram que a desistência de continuar a desempenhar em exercício físico é desencadeada por um aumento além do esperado na PSE quando da situação de fadiga mental e que esta percepção exacerbada induziu à desistência precoce da tarefa ou a uma percepção de dificuldade acima do esperado.

Tabela 2 - Estudos incluídos nas revisões crítica e sistemáticas sobre fadiga mental e exercício físico.

Estudo	Amostra	Intervenção	Exercício	Marcadores de fadiga mental e desempenho	Manifestação	Efeito no exercício
Badin et al. (2016)	20 jovens atletas de futebol profissional (17,8 ± 1,0) sexo não reportado	30 min teste de Stroop	Jogo reduzido (5x5)	Distância total percorrida	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos
Bray et al. (2008)	49 adultos saudáveis (21,5 ± 1,7 anos)	3min 40s teste de Stroop	Isometria de preensão manual	Fadiga e esforço mental, frustração e humor; força isométrica de preensão manual e força nos flexores do punho	Maior frustração. Sem efeitos nas outras variáveis	Sem efeitos
Bray et al. (2012)	38 adultos saudáveis (21,4 ± 3,1 anos)	22 min teste de Stroop	Preensão manual máxima intermitente	Fadiga percebida, PSE, força máxima de preensão manual e ativação muscular	Maior esforço mental e PSE	Menor força na CVM. Sem efeitos na ativação muscular
Brownsberger et al. (2013)	12 adultos saudáveis (24 ± 5 anos)	90 min AX-CPT	Exercício intensidade autosselecionada (PSE 11 e 15)	Fadiga percebida, motivação, humor, PM, FC	Maior percepção de fadiga mental Sem efeitos nas demais variáveis	Menor PM. Sem efeitos nas demais varáveis
Budini et al. (2014)	12 adultos saudáveis (29 ± 4 anos)	100 min Switch teste	2x20s de extensão dos joelhos a 30% CVM.	Desempenho cognitivo	Menor acurácia	Menor desempenho na CVM
Coutinho et al. (2017)	12 jovens jogadores de futebol amador (15,9 ± 0,8). Sexo N.R.	22 min teste de Stroop	Jogo reduzido (6x6)	Distância percorrida e comportamento tático	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos
Coutinho et al. (2018)	10 Jogadores de futebol amador (13,7 ± 0,5). Sexo N.R.	30 min teste de Stroop	Jogo reduzido (5x5)	Distância percorrida e comportamento tático	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos
Duncan et al. (2015)	8 adultos saudáveis	40 min grade de concentração	4x30s want:40s	Não medido	Não medido	Sem efeitos

Continua na próxima página

Continuação da tabela 2

Head et al. (2016)	18 adultos saudáveis (28 ± 3,8 anos)	52 min go/no go teste	20 min de exercícios de força em circuito	Percepção de carga de trabalho, FC, desempenho	Maior percepção de carga de trabalho	Menor tempo para cumprir a tarefa. Sem efeitos no número de repetições
Marcora et al. (2009)	16 adultos saudáveis (26 ± 3 anos)	90 min AX-CPT	Pedalar até a exaustão a 80% da PP	Humor motivação, FC, rpm, tempo até a exaustão [La^+] VO2 ventilação	Maior FC, fadiga percebida e PSE. Sem efeitos na motivação	Menor tempo ate a exaustão. Sem efeitos nas demais variáveis
MacMahon et al. (2014)	20 adultos saudáveis treinados (25,4 ± 3,2 anos)	90 min AX-CPT	Corrida 3km no menor tempo possível	Percepção de fadiga, humor, motivação, PSE, foco atencional, desempenho	Maior percepção de fadiga e menor humor positivo. Sem efeitos nas demais variáveis.	Maior tempo para completar a tarefa. Sem efeitos nas demais variáveis.
Kunrath et al. (2018)	6 rapazes jogadores de futebol amador (14,7 ± 0,6)	20 min teste de Stroop	Jogo reduzido (3x3)	Distância percorrida e comportamento tático	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos
Kunrath et al. (2020)	18 rapazes jogadores de futebol amador (21,8 ± 2,5)	Teste de Stroop. Duração N.R.	Jogo reduzido (3x3)	Distância percorrida e comportamento tático	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos
Martin et al. (2015)	11 adultos saudáveis ativos (23 ± 3 anos)	90 min AX-CPT	3 min máximos na bicicleta, salto contra movimento e extensão de joelhos.	Percepção subjetiva de fadiga mental	Maior percepção subjetiva de fadiga e tendência em diminuir o desempenho cognitivo.	Sem efeitos
Martin et al. (2016)	19 adultos saudáveis 10 ciclistas profissionais (23,4 ± 6,4 anos) e 9 recreacionais (25,6 ± 5,3 anos)	30 min teste de Stroop incongruente	Pedalar por 20 min	Percepção de carga de trabalho, humor, desempenho	Ambos os grupos: maior percepção de carga de trabalho e decréscimo no humor	Menor distância percorrida pelos recreacionais. Sem efeitos nos profissionais.

Continua na próxima página

Continuação da tabela 2

Pageaux et al. (2013)	10 adultos saudáveis (22 ± 2 anos)	90 min AX-CPT	Isometria submáxima de extensão de joelhos	Humor, motivação, FC, tempo até a exaustão, CVM, força isométrica submáxima na extensão dos joelhos	Maior FC, percepção de fadiga e PSE. Menor vigor. Sem efeitos na motivação.	Menor tempo ate a exaustão. Sem efeitos nas demais variáveis.
Pageaux et al. (2014)	12 adultos saudáveis (21 ± 1 anos)	30 min teste de Stroop incongruente	Corrida de 5 km no menor tempo possível	Humor, motivação, FC, [La+], desempenho	Maior FC e PSE. Menor vigor. Sem efeitos nas demais variáveis	Maior tempo para completar a tarefa e velocidade. Sem efeitos nas demais variáveis
Pageaux et al. (2015)	12 adultos saudáveis ativos (25 ± 4 anos)	30min teste de Stroop incongruente	6 min pedalando a 80% da pp	Percepção subjetiva de fadiga mental, carga mental e temporal, FC e CVM	Maior percepção de carga mental de trabalho e maior FC. Sem efeitos nas demais variáveis	Sem efeitos
Smith et al. (2015)	10 jogadores de futebol moderadamente treinados (22 ± 2 anos)	30 min teste de Stroop incongruente	40 min corrida intermitente de alta intensidade autosselecionada	Percepção subjetiva de fadiga, motivação, acurácia, FC, desempenho.	Maior percepção subjetiva de fadiga, sem efeitos na motivação, menor acurácia na tarefa cognitiva, maior FC.	Menor distância percorrida, sem efeitos no tempo para cumprir a tarefa.
Smith et al. (2016)	12 jogadores de futebol moderadamente treinados (24 ± 0,4 anos)	30 min teste de Stroop incongruente	Yo-Yo teste	Percepção subjetiva de fadiga, motivação, desempenho, PSE, FC	Maior PSE e percepção subjetiva de fadiga, sem efeitos na motivação e na FC	Menor distância percorrida.

Continua na próxima página

Continuação da tabela 2

Shortz et al. (2015)	11 idosas saudáveis (75,8 ± 7,4 anos)	60min teste de Stroop incongruente	Preensão manual intermitente (15s:15s) a 30% CVM	Percepção subjetiva de fadiga e tempo até a exaustão	Maior percepção subjetiva de fadiga	Sem efeitos
Schucker et al. (2016a)	12 adultos saudáveis (29,4 ± 14,4 anos)	10 min teste de Stroop incongruente	Séries de 20m de corrida incremental até a exaustão	Percepção subjetiva de fadiga, humor, FC, tempo até a exaustão	Maior percepção subjetiva de fadiga. Sem efeitos nas demais variáveis	Sem efeitos
Schucker et al. (2016b)	14 adultos saudáveis (30,6 ± 13,1 anos)	10 min teste de Stroop incongruente	Séries de 20m de corrida incremental até a exaustão	Percepção subjetiva de fadiga, humor, FC, tempo até a exaustão	Maior FC. Sem efeitos nas demais variáveis.	Sem efeitos
Trecroci et al. (2020)	9 jogadores de futebol semi-profissional (17,6 ± 0,5)	30 min teste de Stroop	Jogo reduzido (4x4)	Distância percorrida	Sem diferenças entre as condições	Sem efeitos

Legenda: N.R. = não reportado; FC = frequência cardíaca; CVM = contração voluntária máxima; PSE = percepção subjetiva de esforço; [La^+] = concentração de lactato; PP = potência pico; PM = potência média; AX-CPT = AX *continuous performance test*

Com relação aos estudos que aplicaram protocolos contínuos (p.ex., intensidade constante, autosselecionada, resistência de força) parece consenso que a fadiga mental limita o desempenho no exercício a partir de uma percepção subjetiva de fadiga acima do esperado. A revisão de Silva-Junior (2016) incluiu 6 estudos, destes, 4 aplicaram protocolos contínuos, no qual 3 deles reportaram incrementos significativo na PSE sob a condição de fadiga mental (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; PAGEAUX et al., 2014; PAGEAUX; MARCORA; LEPERS, 2013).

Posteriormente, na revisão de Van Cutsem; De Pauw; Bailey et al. (2017), que incluiu 11 estudos, esta tendência foi confirmada dado que dos 9 estudos com protocolos contínuos, 7 reportaram aumentos significativos nesta variável (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; PAGEAUX et al., 2014; PAGEAUX; MARCORA; LEPERS, 2013; PAGEAUX et al., 2015; SMITH et al., 2016; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015).

A última atualização dos efeitos deletérios da fadiga mental na PSE veio na revisão de McMorris et al. (2018), na qual 8 estudos foram incluídos (7 com protocolos contínuos), sendo que todos confirmaram incrementos significativos na PSE (MACMAHON et al., 2014; MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; MARTIN et al., 2016; PAGEAUX et al., 2014; SCHÜCKER; MACMAHON, 2016; SHORTZ et al., 2015; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015). A revisão de Clemente et al. (2022) agregou os achados em variáveis de desempenho em jovens jogadores de futebol e não apresenta dados relativos a PSE. Contudo, os autores inferiram que os voluntários sentiram maior PSE e que possivelmente a recuperação pós treino precisasse ser maior.

De posse destes achados amplamente divulgados na literatura, parece que a manifestação psicológica (p.ex., PSE) é um dos fatores moduladores da desistência e/ou desengajamento em exercícios físicos de longa duração. Contudo, vale destacar que muitos dos estudos supracitados, que apontaram incrementos significativos na PSE, não identificaram efeitos deletérios em indicadores fisiológicos. Assim, sugere-se que os efeitos negativos da fadiga mental no desempenho durante o exercício contínuo parecem ser explicados por um estímulo central e não pelas respostas fisiológicas periféricas (MARCORA; STAIANO, 2010).

3.3.2 Fadiga Mental no Exercício Intermitente de Alta Intensidade

Exercícios máximos referem-se a habilidade de produzir força máxima, potência ou velocidade em um curto espaço de tempo durante uma tarefa que envolva todo o corpo ou áreas isoladas (PAGEAUX; LEPERS, 2018). Assim, poucos estudos foram conduzidos com

exercícios máximos (Tabela 3). Quase na totalidade, os estudos com exercícios intensos e/ou anaeróbios não identificaram efeitos deletérios da fadiga mental no desempenho nestes tipos de exercício. Apenas dois estudos (BRAY et al., 2012; BUDINI et al., 2014) demonstraram tais efeitos.

Bray et al. (2012) submeteram 32 sujeitos a um protocolo de indução de fadiga mental ao realizarem o teste de Stroop incongruente por 22 min. A cada 3 min a partir do terceiro minuto, os voluntários deveriam relatar o esforço percebido, a fadiga mental percebida e desempenhar 4s de contração voluntária máxima de preensão manual. Houve um decréscimo significativo ao longo do tempo na produção de força voluntária máxima durante a tarefa física quando comparados a situação controle ($p = 0,02$), além de maior esforço percebido ($p < 0,001$) e PSE ($p < 0,05$). Por outro lado, a ativação muscular não sofreu alterações significativas.

Em outro estudo (BUDINI et al., 2014), 12 adultos desempenharam dois esforços sustentados de 20s a 30% da contração voluntária máxima após 100 min executando uma tarefa cognitiva indutora de fadiga mental. A condição de fadiga mental resultou em um decréscimo de 6,9% na contração voluntária máxima, além de menor acurácia durante o teste indutor de fadiga quando comparadas a primeira metade (0-50 min) com a segunda parte (51-100 min; $p < 0,05$).

Tabela 3 - Estudos que aplicaram protocolos de exercícios na maior intensidade possível após a indução de fadiga mental.

Estudo	Amostra	Intervenção	Exercício	Marcadores de fadiga mental e desempenho	Manifestação	Efeito no exercício
Bray et al. (2008)	49 adultos saudáveis (21,5 ± 1,7 anos)	3min 40s teste de Stroop	Isometria de preensão manual	Fadiga e esforço mental, frustração e humor; força isométrica de preensão manual e força nos flexores do punho	Maior frustração. Sem efeitos nas outras variáveis	Sem efeitos
Bray et al. (2012)	38 adultos saudáveis (21,4 ± 3,1 anos)	22 min teste de Stroop	Preensão manual máxima intermitente	Fadiga percebida, PSE, força máxima de preensão manual e ativação muscular	Maior esforço mental e PSE	Menor força na CVM. Sem efeitos na ativação muscular
Budini et al. (2014)	12 adultos saudáveis (29 ± 4 anos)	100 min Switch teste	2x20s de extensão dos joelhos a 30% CVM.	Desempenho cognitivo	Menor acurácia	Menor desempenho na CVM
Duncan et al. (2015)	8 adultos saudáveis	40 min grid concentração	4x30s want:40s	PM, PSE, FC e [La+]	Sem efeitos	Sem efeitos
Martin et al. (2015)	11 adultos saudáveis ativos (23 ± 3 anos)	90 min AX-CPT	3 min máximos na bicicleta, salto contra movimento e extensão de joelhos.	Percepção subjetiva de fadiga mental; PSE	Maior percepção subjetiva de fadiga e tendência em diminuir o desempenho cognitivo.	Sem efeitos
Pageaux et al. (2015)	12 adultos saudáveis ativos (25 ± 4 anos)	30min teste de Stroop incongruente	6 min pedalando a 80% da pp	Percepção subjetiva de fadiga mental, carga mental e temporal, FC e CVM	Maior percepção de carga mental de trabalho e maior FC. Sem efeitos nas demais variáveis	Sem efeitos
Shortz et al. (2015)	11 idosas saudáveis (75,8 ± 7,4 anos)	60 min teste de Stroop incongruente	Preensão manual intermitente (15s:15s) a 30% CVM	Percepção subjetiva de fadiga e tempo até a exaustão	Maior percepção subjetiva de fadiga	Sem efeitos

Legenda: FC = frequência cardíaca; CVM = contração voluntária máxima; PSE = percepção subjetiva de esforço; [La+] = concentração de lactato; AX-CPT = AX *continuous performance test*

Buscando investigações com protocolos de EIAI, apenas um estudo aplicou um protocolo específico de SIT (DUNCAN et al., 2015). Neste estudo, oito adultos treinados foram

submetidos ao protocolo de SIT tradicional (4x30s na maior intensidade possível:240s de recuperação passiva. Os indivíduos realizaram o EIAI sob as condições com fadiga mental induzida [40 minutos executando uma tarefa cognitiva de concentração, consistindo em uma grade com 100 quadros distribuídos aleatoriamente na qual o participante deveria marcar o número máximo de números consecutivos de 00 a 99 (sempre partindo de 00) dentro de um período de 1 minuto] e sem fadiga mental (40 minutos assistindo a um vídeo emocionalmente neutro). As condições foram divididas de forma randômica e separadas por 72 horas. Ao final, os autores sugeriram que o estado de fadiga mental não afetou a PM, a PSE, a FC e a [La+] quando comparadas à situação controle. De fato, este estudo não detectou efeitos em nenhuma das varáveis supracitadas ($p > 0,05$ para todas as medidas), sugerindo assim que existem evidências experimentais de que a fadiga mental não reduz a capacidade máxima de usar os músculos ativos durante o exercício físico (PAGEAUX; LEPERS, 2018).

Apesar desta ausência de estudos, é possível inferir que a característica cíclica, intensa e máxima (muitas vezes extenuante) de um protocolo de SIT limita que a PSE aumentada pós indução de fadiga mental tenha papel determinante no desengajamento da tarefa física. De fato, neste tipo de protocolo, existe um menor papel do componente cognitivo no qual o indivíduo precisa desempenhar o máximo esforço e logo entra em fadiga (MARTIN et al., 2015).

Contudo, algumas questões podem ser levantadas especificamente com relação aos efeitos da fadiga mental no SIT. A primeira, e talvez mais proeminente é a ausência de investigações com protocolos de EIAI, incluindo o SIT. Como reportado anteriormente, investigações com SIT vêm crescendo exponencialmente nos últimos anos, principalmente com vistas a um tipo de exercício que pode eventualmente ter volume total reduzido e eficaz para a população que busca melhorias em indicadores de saúde. Portanto, entender os efeitos da fadiga mental que acomete muitas pessoas hoje em dia, pode ser interessante para um melhor ajuste do exercício ao indivíduo.

Assim, os estudos que afirmam não existirem efeitos deletérios da fadiga mental não têm fundamentação empírica para tais afirmações, visto que nenhum estudo foi conduzido avaliando as manifestações da fadiga mental em um protocolo de SIT. Essa especulação parece ter base apenas em exercícios similares ao SIT (MCMORRIS et al., 2018).

Se considerarmos que (i) quanto maior a duração da tarefa indutora de fadiga mental, maior pode ser a manifestação subjetiva desta fadiga (SILVA-JUNIOR et al., 2016), (ii) que alguns protocolos de SIT apresentam uma duração total em torno de 25-30 min (incluídos aquecimento e recuperação (HARDCASTLE et al. (2014) e (iii) que protocolos de SIT com relação esforço:pausa podem ser melhor ajustados à condição física do indivíduo

(TOWNSEND et al., 2017), é factível sugerir que mais estudos devem ser conduzidos para melhor entendimento dos efeitos da fadiga mental em exercícios intensos como o SIT.

Portanto, talvez as condições psicológicas (p.ex., percepções subjetivas de fadiga mental) pré exercício possam influenciar no desempenho em EIAI, principalmente em tipos de exercícios com características extenuantes como o SIT. Contudo, além de considerarmos o tipo do protocolo e seus efeitos nas variáveis psicológicas e a modulação destes efeitos a partir de uma condição de fadiga mental, a motivação em desempenhar o exercício intenso é um fator que tem papel relevante neste contexto (MCMORRIS et al., 2018).

Por fim, considerando que três fatores podem causar fadiga mental, a saber, a privação de sono, a depleção de recursos cognitivos (energia) ao longo do tempo e a ausência de motivação (não se está mais disposto a realizar uma tarefa específica), sugere-se que recompensas podem neutralizar o efeito da fadiga mental (BOKSEM; TOPS, 2008; CLEMENTE et al., 2021; HERLAMBANG; TAATGEN; CNOSSEN, 2019; HOPSTAKEN et al., 2015; PROOST et al., 2022), como estímulos musicais.

3.4 Música e Exercício Físico

A utilização da música durante as sessões de exercício remota à Grécia antiga, quando os atletas praticavam exercícios ouvindo a flauta ou oboé (VAN LOOY, 1993). Diferentemente dos estudos com fadiga mental e exercício, os estudos analisando os efeitos da música no exercício físico datam dos anos 1970 (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; KOSCHAK, 1977; LUCACCINI; KREIT, 1972). A música capta a atenção, desencadeia uma gama de emoções, altera ou regula o humor, evoca memórias, aumenta a produção, aumenta a excitação, induz estados de excitação, reduz inibições e incentiva o movimento rítmico (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a). Adicionalmente, ouvir músicas antes e durante o exercício tem sido associado a melhorias no desempenho físico a partir da liberação de neurotransmissores excitatórios, que possivelmente atenuam os sentimentos de dor e esforço durante o exercício (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019; KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a).

Para avançarmos nesta discussão, é importante definir que o termo *música* neste documento deve ser entendido de forma mais ampla e não apenas como uma única faixa musical. A palavra música é aqui adotada para fins didáticos, devendo o leitor interpretá-la como uma lista de reprodução de músicas – *playlist* – em tradução livre.

Atualmente, o principal grupo de pesquisa que investiga música e atividade física é o grupo liderado pelo professor Costas Karageorghis na *Brunel University of London*, com uma

das primeiras publicações datando de 1996 (KARAGEORGHIS; DREW; TERRY, 1996). Neste estudo os autores testaram os efeitos de três condições (músicas estimulantes, música relaxantes e controle) na força de preensão manual em 50 pessoas (25 homens e 25 mulheres).

A música estimulante desencadeou um efeito positivo na produção de força máxima de preensão manual quando comparada as situações música sedativa ($p < 0,001$) e sem música ($p < 0,05$). Ainda, a produção de força sob a condição de música sedativa foi significativamente menor que a condição sem música ($p < 0,05$). Contudo, os autores reportaram que a autosseleção das músicas e o perfil dos voluntários (idade, sexo, nível cultural) estão diretamente ligados a qualidade motivacional que a música pode desencadear durante o exercício físico.

Posteriormente, em um dos estudos mais robustos publicados por esse grupo, 532 pessoas se voluntariaram a participar de uma investigação que analisou os efeitos motivacionais das músicas tocadas nas salas de musculação de 29 academias na Inglaterra e na Escócia. Entre outros achados, os autores reportam que quanto maior a frequência dos homens na academia (4 ou mais vezes por semana), maior a importância da música ($p < 0,05$) e que pessoas mais novas (16 a 34 anos) preferem a música tocando alto e com batidas mais rápidas ($p < 0,05$) quando comparadas a pessoas mais velhas (mais que 35 anos). Por fim, independentemente da idade, sexo e momento do dia, os voluntários ficaram mais motivados quando a *playlist* era de músicas variadas ($p < 0,05$) (PRIEST; KARAGEORGHIS; SHARP, 2004).

O modelo teórico atual que determina quais são os principais fatores moduladores do quanto um estímulo musical pode desencadear de efeitos motivacionais nas pessoas durante o exercício físico foi proposto em 2012 (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a). Assim, o (i) ritmo/tempo musical refere-se aos efeitos do tempo da batida [velocidade da música medida em batimentos por minuto (BPM)], a (ii) musicalidade está relacionada ao tom da música, especificamente à harmonia (como as notas são combinadas quando tocadas juntas) e à melodia (ao tom); o (iii) impacto cultural é a difusão da música dentro da sociedade ou a um grupo subcultural (p.ex:, hip hop para jogadores de basquete); por fim, a (iv) a associação compreende o vínculo (lembrança) que determinada música pode evocar (p.ex., música *Eye of The Tiger* da série de filmes do boxeador Rocky Balboa é frequentemente associada à superação de limites). De forma hierárquica, os quatro fatores são relacionados, com o ritmo sendo o fator mais importante e a associação o menos importante (Figura 2).

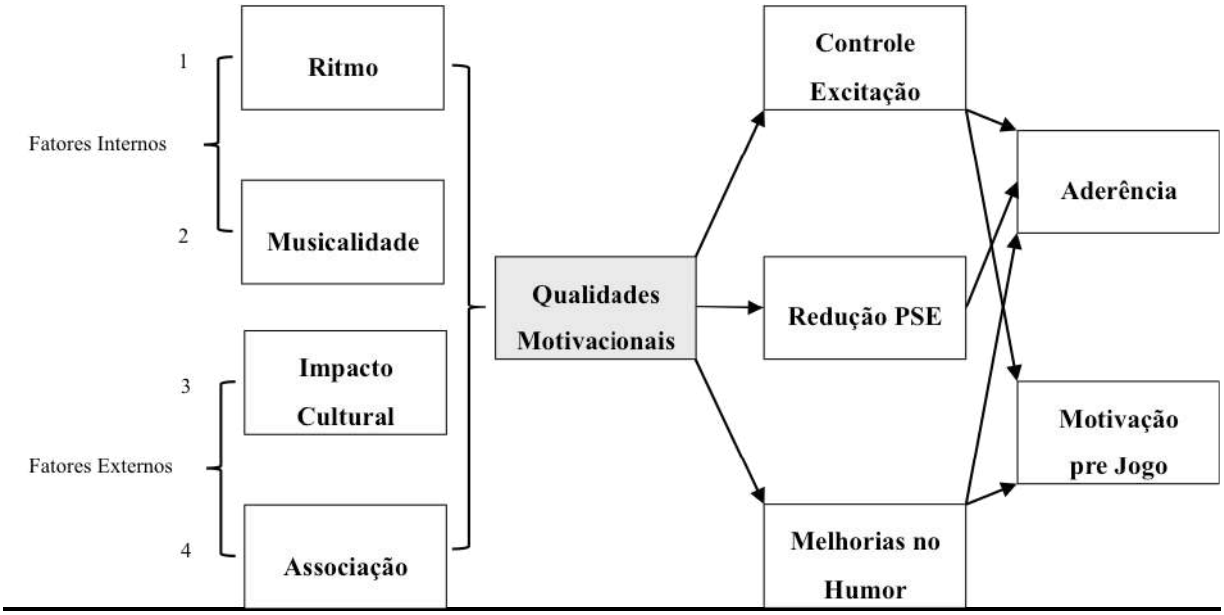


Figura 2 - Quadro conceitual para a previsão de respostas à qualidade motivacional da música no exercício e no esporte.
Legenda: PSE = percepção subjetiva de esforço. Adaptado de Karageorghis e Priest (2012).

Além dos fatores acima (pré-escolha da música), é importante entender como a qualidade da música influencia no controle da excitação, na redução da PSE e em melhorias no humor. Logo, a excitação e o humor parecem ser influenciados pelo efeito psicomotor que a música provoca, podendo ser usada como estimulante ou sedativo antes, durante e após o exercício físico (FOX, 2016; KARLOVIC; JAKSIC; BARIC, 2016); a PSE está relacionada com a mudança do foco de atenção, como consequência, desvia a atenção das sensações de fadiga durante o exercício (JONES; KARAGEORGHIS; EKKEKAKIS, 2014; LIN; LU, 2013).

3.5 Música e Exercício Intermitente de Alta Intensidade

Os fatores responsáveis pelas melhorias induzidas pelo exercício no desempenho são complexos e determinados por vários atributos fisiológicos (p.ex., cardiovascular, metabólico, neural, respiratório) e psicológicos (p.ex., motivação, percepção de esforço). Como a fadiga mental pode ser definida como a dificuldade em desempenhar atividades voluntárias e o exercício físico visando benefícios para a saúde é normalmente praticado de forma voluntária, podemos inferir que o estado psicológico anterior ao exercício poderia influenciar negativamente o desempenho no exercício.

Estudos com música como fator motivacional são comuns, com diferentes esportes (KARAGEORGHIS et al., 2013; MONTEIRO et al., 2012; RENDI; SZABO; SZABO, 2008), populações (BISHOP; KARAGEORGHIS; LOIZOU, 2007; MOHAMMAD et al., 2012;

RODRIGUES; COELHO FILHO, 2012), tipos e momento do exercício (FOX, 2016; JONES; TILLER; KARAGEORGHIS, 2017; LIMA-SILVA et al., 2012; LOPES-SILVA et al., 2015).

De acordo com Harwood; Pain e Anderson et al. (2011), atletas utilizam a música para elevar o estado motivacional e o desempenho. Em indivíduos não atletas, a motivação através da música parece estar relacionada a maior aderência e menor percepção de tempo "gasto" durante a prática de exercícios (PRIEST; KARAGEORGHIS; SHARP, 2004).

Recentemente, Franco-Alvarenga et al. (2019) revisaram criticamente os efeitos ergogênicos da música nas respostas perceptivas no exercício físico de diferentes intensidades. A depender de algumas características (p.ex., ritmo), a música pode ter maior ou menor efeito ergogênico em respostas psicológicas como: menor percepção subjetiva de esforço e melhor performance no EIAI.

Achados com exercícios intensos são menos comuns. Alguns autores (BISHOP; KARAGEORGHIS; LOIZOU, 2007; KARAGEORGHIS; JONES; LOW, 2006) reportam que este tipo de intervenção pode influenciar a percepção de esforço e desconforto durante exercícios de alta intensidade, fator que já foi referido como limitador da prática deste tipo de exercícios. Em um estudo com jovens jogadores de tênis, esporte este composto por momentos de esforços repetidos intensos, Bishop; Karageorghis; Loizou (2007) sugerem que a música correta pode ser usada como uma ferramenta para melhor preparo psicológico, controlando a excitação, mudando o foco atencional e a autoeficácia.

Desta forma, durante um exercício de alta intensidade, os participantes devem estar mais focados mentalmente para talvez se dissociarem das sensações induzidas pelo esforço desagradável e assim se sentirem mais confiantes e motivados (BARWOOD et al., 2009; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Contudo, o controle do foco de atenção pode não ser simples em sujeitos não atletas ou em condição psicológica desfavorável (p.ex., em estado de fadiga mental) ou ainda, pouco motivados a desempenhar a tarefa.

Consequentemente, não pairam muitas dúvidas acerca dos efeitos ergogênicos da música no exercício físico (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; STORK et al., 2017), contudo no EIAI esse efeitos podem ser menos evidentes, com estudos apresentando resultados conflitantes (BALLMANN et al., 2019; CHTOUROU et al., 2012; HUTCHINSON et al., 2011; KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; STORK et al., 2015).

Ao comparar os efeitos ergogênicos da música nas respostas psicológicas e na performance de 20 adultos moderadamente ativos durante um protocolo de SIT (4 esforços de 30s na maior intensidade possível intercalados por 4 min de recuperação passiva), Stork, Kwan; Gibala; Ginis et al. (2015) reportaram que a PM, PP e o prazer ($p < 0,05$ para todas as medidas)

foram significativamente superiores na condição com música quando comparada a condição controle (sem música). Por outro lado, PSE, afeto e motivação não diferiram entre as condições ($p > 0,05$ para todas as medidas). Estes e outros achados (CHTOUROU et al., 2012; HUTCHINSON et al., 2011), inclusive do mesmo grupo de pesquisa (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019), sustentam a ideia de que no EIAI a música não altera a percepção das respostas fisiológicas desencadeadas pelo exercício intenso (p.ex., acidose), mesmo com melhorias significativas no desempenho durante o esforço.

Claramente, esse conceito inversamente proporcional entre efeitos ergogênicos da música e intensidade, no qual, quanto maior a intensidade, menor o efeito da música, enquadra-se no modelo proposto por Rejeski (REJESKI, 1985). De acordo com a teoria do processo paralelo, os efeitos de dissociação/distração desencadeados a partir de uma motivação externa (p.ex., música) nas respostas psicofisiológicas (p.ex., PSE) vão sendo diminuídos conforme o exercício intenso se prolonga e as respostas aferentes (p.ex., acidose) dominando a percepção, tornando inevitável o foco associativo (REJESKI, 1985).

Contudo, apenas o estudo supracitado de Stork, Kwan; Gibala; Ginis et al. (2015) testou se a teoria se aplica num tipo tradicional de SIT. Existe ainda uma escassez na literatura se a teoria do processo paralelo se confirma em tipos de SIT com relação esforço:pausa menos tradicionais (p.ex., 1:8), estes que são menos aversivos do ponto de vista das respostas psicológicas. Provavelmente a música pode ter um menor efeito na PSE, contudo, também "distrair" o praticante, alterando o foco para uma avaliação mais positiva.

Ao testarem essa hipótese (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022), 16 jovens adultos fisicamente ativos foram submetidos a uma sessão SIT de baixo volume composta por 8x15s a 9% da massa corporal intercalada por 120s de recuperação passiva em cicloergômetro sob três condições: música autosselecionada, música selecionada aleatoriamente (lista de reprodução de uma plataforma de streaming de música online) e sem música. Entre outros achados, a PSE e as medidas de desempenho não diferiram entre as condições. No entanto, o foco de atenção durante a recuperação diferiu entre as condições, com valores menores na condição sem música ($p = 0,049$), produzindo assim um efeito de dissociação, "afastando" os pensamentos do desconforto causado pelo esforço extenuante do protocolo e assim se sentirem mais confiantes e motivados para a próxima série.

Dado que a música está prontamente disponível e é fácil de incorporar, ouvir música durante o exercício como o SIT talvez possa trazer benefícios psicológicos principalmente em indivíduos que já apresentam estado psicológico desfavorável (p.ex., fadiga mental) antes de praticar exercícios no qual, a escolha da música correta poderia, até certo ponto, desempenhar

papel de estímulo externo positivo e melhorar a percepção pré e durante o exercício (PROOST et al., 2022).

Alguns estudos avaliaram se diferentes tipos de motivação poderiam minimizar os efeitos deletérios da fadiga mental. Desta forma, intervenções comportamentais (p.ex., ouvir músicas, atividade física, massagem), fisiológicas (p.ex., cafeína, guaraná, creatina) e psicológicas (p.ex., motivação extrínseca, meditação) são alguns exemplos de fatores motivacionais analisados recentemente nas pesquisas que associaram fadiga mental e exercício físico (PROOST et al., 2022).

Como referido anteriormente, apenas um estudo testou os efeitos da fadiga mental no SIT e neste único estudo, não houve qualquer tipo de incentivo para tentar atenuar os possíveis efeitos deletérios da fadiga mental (DUNCAN et al., 2015). Por outro lado, associando à proposta colocada por (BOKSEM; TOPS, 2008; BOKSEM; MEIJMAN; LORIST, 2006), sugerindo que a motivação durante a tarefa for alta (p.ex., compensar o esforço investido), a demanda cognitiva percebida na tarefa (p.ex., PSE alterada além do esperado pela fadiga mental) pode ser atenuada, fazendo com que o esforço despendido durante a tarefa física poderá ser mantido. Portanto, a música emerge como uma possibilidade de atenuar os possíveis efeitos da fadiga mental no SIT, principalmente por comprovadamente atenuar a PSE e elevar a motivação.

3.6 Efeitos da música na percepção subjetiva de esforço e no desempenho no exercício intermitente de alta intensidade.

O objetivo desta parte final da revisão de literatura foi realizar uma revisão sistemática dos estudos que analisaram diretamente os efeitos da música na PSE, na PP e na PM durante uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade no cicloergômetro. A metodologia implementada nesta revisão sistemática foi relatada de acordo com as recomendações dos Itens Preferenciais de Relatórios para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) (MOHER et al., 2015). O protocolo foi conduzido de acordo com um protocolo publicado pré-determinado registrado no banco de dados PROSPERO (CRD42020173309).

3.6.1 Estratégia de busca e critérios de seleção

Os critérios de elegibilidade para os estudos incluídos nesta revisão sistemática foram definidos com base nos critérios PICOS (População, Intervenção, Controle, *Outcome* e *Study*

Design) (TACCONELLI, 2010). Assim, foram identificados artigos originais com delineamento cruzado em humanos adultos maiores de 18 anos, fisicamente ativos (não atletas) (População), que investigaram os efeitos da música em sessões de EIAI (Intervenção), controlado por sessões sem música ou por outros estímulos sonoros (Controle), que mediram os efeitos da música na PSE, PP e/ou PM (*Outcome*) e em metodologia *crossover* (*Study design*). A literatura cinza não foi elegível para inclusão, bem como estudos com indivíduos não saudáveis, atletas ou com modelo animal. Não houve restrições de idioma ou geográficas em relação à elegibilidade do estudo.

Adicionalmente, pesquisa manual foi conduzida das listas de referências nos artigos incluídos para identificar os estudos que eram potencialmente elegíveis. Quando um artigo de revisão foi encontrado, as listas de referências também foram pesquisadas para identificar quaisquer outros estudos relevantes. Todas as publicações identificadas foram lidos os resumos ou textos completos.

O EIAI foi definido com base nos critérios estabelecidos por Buchheit; Laursen (2013): EIAI de longa duração (EIAI longo): intensidades de esforço com marcadores submáximos (potência/velocidade crítica, máxima fase estável de lactato ou limiar anaeróbio), potência aeróbia máxima, ou entre 80 e 95% da frequência cardíaca máxima, com durações de esforço de mais de 1 minuto até 5 minutos e relações esforço-pausa de 1:1, 1:2 ou 1:3; EIAI de curta duração (EIAI curto): intensidades de esforço em torno de 100% a 120% da potência aeróbia máxima, com durações de esforço entre 15 e 60s e relações esforço-pausa de 1:1 ou 2:1; *Sprints* Repetidos (SR): esforços na maior intensidade possível ou em torno de 120 a 170% da potência aeróbia máxima, aplicando esforço entre 3 a 8 segundos e com recuperação entre 20 a 60s e relações de esforço-pausa em torno de 1:8; *Sprint Interval Training* (SIT): esforços na maior intensidade possível ou acima de 180% da potência aeróbia máxima, com esforços entre 20 a 30s e períodos de recuperação entre 2 a 4 minutos e relações esforço-pausa em torno ou superiores a 1:6. Dentro dessa definição, foram incluídos protocolos baseados apenas em cicloergômetro.

3.6.2 Procedimentos

As buscas em cinco bases de dados *online* PubMed, Web of Science, Scopus, SportDiscuss (EBSCO) e PsycInfo foram realizadas em dezembro de 2022. Os termos definidos foram adaptados para cada base de dados de forma a possibilitar o maior número possível de artigos que atendem aos critérios PICOS. O conjunto de termos combinados foi: music OR

song AND “high intensity interval training” OR “high intensity interval exercise” OR “high intensity intermittent training” OR “high intensity intermittent exercise” OR “repeated sprint training” OR “sprint interval training” OR “high intensity interval” OR “interval training”.

Após a busca inicial, os estudos duplicados foram verificados usando o Endnote Software 20 (Clarivate, Londres, Reino Unido). Posteriormente, dois pesquisadores avaliaram de forma independente os estudos por meio da leitura do título e do resumo, para selecioná-los de acordo com os critérios de elegibilidade. Foram extraídos os dados dos estudos incluídos para uma planilha contendo: autores/ano de publicação, tamanho da amostra, idade, dados antropométricos, detalhes do protocolo de exercício (modelo e intensidade), detalhes e resultados do protocolo de condição de controle e música (PSE, PP e PM).

3.6.3 Resultados da pesquisa e estudos incluídos

Inicialmente, a busca resultou em 318 estudos (99 recuperados do PubMed, 96 do Web of Science, 56 do SCOPUS, 46 do SportDiscuss e 21 do PyscInfo). Após a remoção dos estudos duplicados (264), 54 estudos foram selecionados e outros 12 estudos foram adicionados a partir de outras fontes, perfazendo um total de 66 estudos para leitura de título e resumo. Destes, 48 foram excluídos após a leitura do título e resumo e assim, 18 estudos passaram por leitura completa. Por fim, estudos que não atenderam aos critérios PICOS foram excluídos (Figura 3).

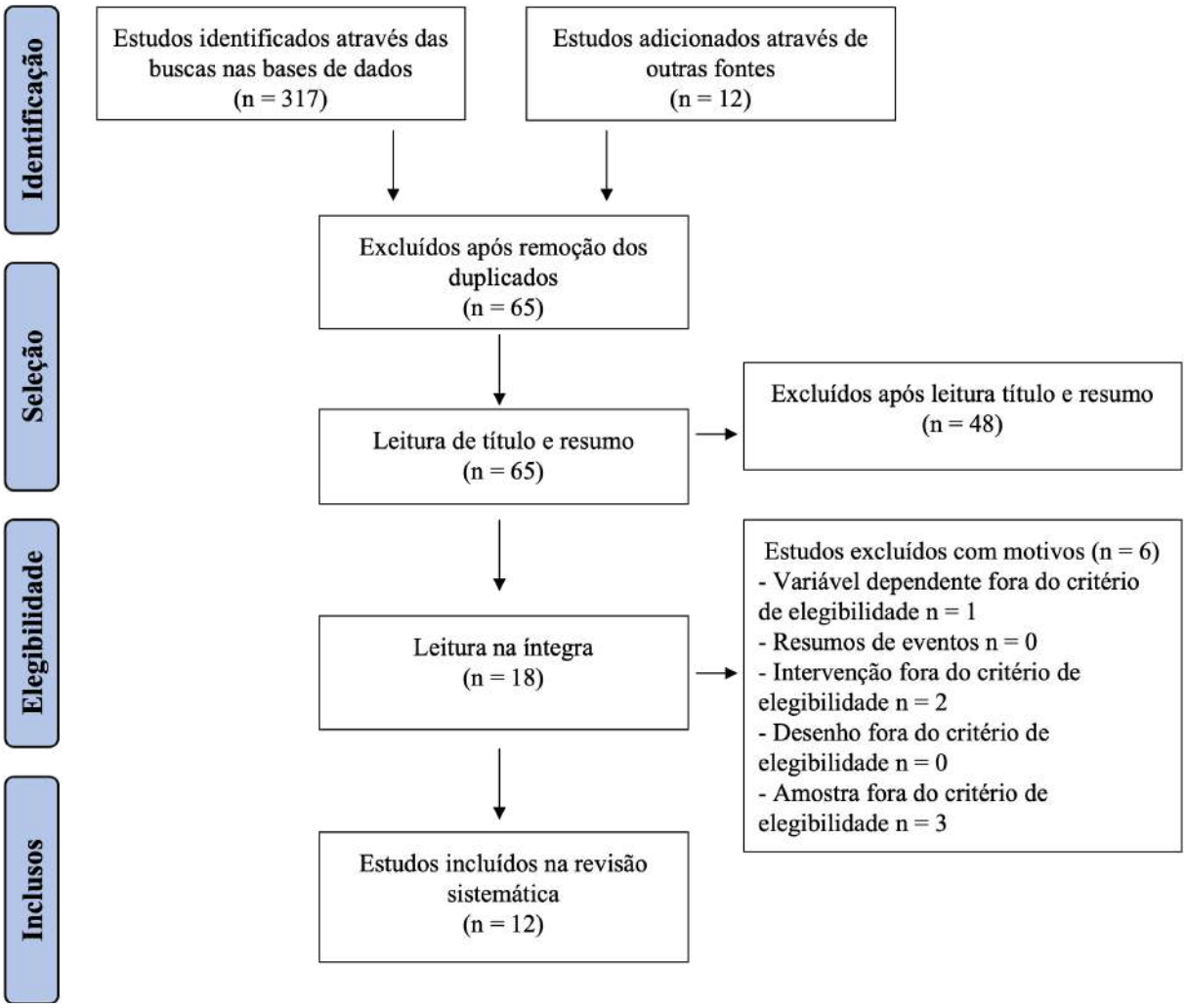


Figura 3 - Fluxograma PRISMA que descreve o processo de seleção de estudos.

Por fim, 12 estudos atenderam aos critérios elegíveis de avaliação metodológica e foram incluídos na revisão sistemática final (Figura 3), sendo eles: (ATAN, 2013; BALLMANN et al., 2019; BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; HUTCHINSON et al., 2011; KARAGEORGHIS et al., 2021; LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015; MADDIGAN et al., 2019; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; PUJOL; LANGENFELD, 1999; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015).

Os estudos que avaliaram os efeitos da música na PSE incluíram 85 homens saudáveis (61,2%) e 54 mulheres (38,8%), com idade (média ± desvio padrão) de 23,8 ± 3,3 anos, massa corporal de 73,7 ± 6,2 kg. Os estudos que avaliaram os efeitos da música na PP e na PM incluíram 204 homens saudáveis (73,4%) e mulheres 74 (26,6%), com idade (média ± desvio padrão) de 23 ± 2,4 anos, massa corporal de 76,4 ± 7,4 kg. Todos os valores de idade e massa corporal foram calculados a partir dos valores de média ± desvio padrão relatados nos estudos.

Tabela 4 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática.

Estudo	Participantes	Perfil físico	Desenho	Protocolo de EIAI	Características das músicas	Momento da intervenção	Variáveis de interesse	Principais achados
Atan (2013)	28 homens (21,26 ± 1,86 anos; 75,5 ± 5,96 kg)	Não reportado	Cruzado (música lenta vs. rápida vs. sem música)	Bicicleta (1 WanT a 7.5% MC)	lenta: 70bpm Rápida: 200bpm Volume não reportado	Durante toda a sessão	PP; PM	Sem diferenças
Ballmann et a. (2019)	14 homens (20,14 ± 1,79 anos; 78,2 ± 14,09 kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (Música pref. vs. não pref.)	Bicicleta (3 x 15s máximos a 7.5% MC/120s rec. ativa sem carga)	Top 10 músicas da Billboard. Pref.: 127 ± 28bpm Não pref.: 128 ± 31 Volume não reportado	Durante os momentos de esforço	PSE; PM	Menor PSE na música pref.
Brooks et al. (2010)	43 homens (23,5 anos; 95kg); 28 mulheres (21,25 anos; 75kg)	Não reportado	Cruzado (música vs. sem música)	Bicicleta (2 x 30s máximos	Não reportado	Durante toda a sessão	PP; PM	Maior PP e PM na música
Hutchinson et al. (2020)	45 homens (20,8 ± 1,5 anos; 89,3 ± 14,3kg)	Fisicamente ativos em exercícios anaeróbios	Cruzado (música motivacional vs. sedativa vs. sem música)	Bicicleta (2 WanT a 7.5% MC/10min rec. autosselecionada)	Motivacional: >128bpm (música pop); Sedativa: 60-80bpm (sem letra) 75dB.	Durante a recuperação	PP; MP	Maior PP na música motivacional.
Hutchinson et al. (2011)	13 homens e 12 mulheres (20,8 ± 5,4 anos)	Fisicamente ativos	Cruzado (música vs. sem música)	Bicicleta (1 WanT at 7.5% MC)	Música popular Volume não reportado	Durante toda a sessão	PSE; PP; PM	Maior PP e PM na música
Karageorghis et al. (2021)	12 homens e 12 mulheres (22,5 ± 1,7 anos; 80,7 ± 12,6kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música tempo médio vs. tempo rápido vs. sem música)	Bicicleta (8x60s a 100%PP/90s rec. ativa 65-70 rpm a 50W)	Tempo médio: 120-125bpm Tempo rápido: 135-140 70dB	Durante a recuperação	PSE	Menor PSE na música tempo médio comparada a sem música

Continua na próxima página

Continuação da tabela 4

Loizou et al. (2015)	15 homens (26,3 ± 2,8 anos; 74,3 ± 12,9kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música vs. vídeo música vs. vídeo música palavras estimulantes vs. sem música)	Bicicleta (1 WanT at 7.5% MC)	Música: carruagens de fogo. 75dB	No aquecimento por 5min	PP; PM	Sem diferenças
Maddigan et al. (2019)	8 homens e 8 mulheres (29,4 ± 3,6 anos; 70,5 ± 7,6 kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música rápida vs. sem música)	Bicicleta (4 x 4min a 80% PP/2min rec. ativa a 40% PP). Repetido até a exaustão voluntária.	Música rápida: 130bpm 65dB.	Durante toda a sessão	PSE	Sem diferenças
Marques et al. (2022)	16 homens (27,0 ± 3,9 anos; 78,1 ± 9,6 kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música autosselecionada vs. randomicamente selecionada vs. sem música)	Bicicleta (8 x 15s máximos a 9% MC/120s rec. passiva)	Autosselecionada: música rápida favorita; Randômica: música de uma plataforma online. Volume não reportado.	Durante toda a sessão	PSE; PP; PM	Sem diferenças
Pujol et al. (1999)	13 homens e 12 mulheres (24,0 ± 3,4 anos; 73,1 ± 12,9kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música vs. sem música)	Bicicleta (3 WanT a 7.5% MC/30s rec. passiva)	Autosselecionada: música rápida 120bpm) Volume não reportado.	Durante toda a sessão	PP; PM	Sem diferenças
Stork et. al. (2015)	10 homens e 10 mulheres (22,5 ± 4,3 anos; 64,8 ± 12,0kg)	Fisicamente ativos	Cruzado (música vs. sem música)	Bicicleta (4 WanT a 7.5% MC)	Playlist autosselecionada 80dB	Durante toda a sessão	PSE; PP; PM	Maior PP e PM na música na 1º série.
Stork et. al. (2019)	12 homens e 12 mulheres (24,8 ± 4,6 anos; 69,9 ± 14,9kg)	Insuficientemente ativos	Cruzado (música motivacional vs. podcast vs. sem música)	Bicicleta (3 x 20s máximos a 5% MC/120s rec. ativa a 50W)	Motivacional: >120bpm Podcast: história do consumismo. 72dB	Durante toda a sessão	PSE; PP; PM	Maior PP na música comparado às outras condições

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão (m±dp). Legenda: Pref. = preferida; bpm: batidas por minuto; MC = massa corporal; Rec. = recuperação; PSE: percepção subjetiva de esforço; WanT: teste de Wingate; RPM = rotações por minuto; PP: potência pico; PM = potência média; dB = decibé

A presente revisão sistemática analisou estudos de delineamento cruzado que investigaram os efeitos da música na PSE (n = 7), PP (n = 9) e PM (n = 10). Todos os estudos incluídos aplicaram um protocolo EIAI tipo SIT usando cicloergômetro (Tabela 4).

No entanto, os protocolos de SIT variaram entre os estudos, com três estudos aplicando 1x30s na maior intensidade possível com 7,5% da massa corporal como carga (ATAN, 2013; HUTCHINSON et al., 2011; LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015), um estudo aplicando 3x15s na maior intensidade possível com 7,5% da massa corporal como carga intercalados por 120s de recuperação ativa sem carga (BALLMANN et al., 2019), um estudo aplicando 8x60s a 100% da potência máxima intercalados por 90s de recuperação ativa a 65-70 rotações por minuto com carga de 50W (KARAGEORGHIS et al., 2021), um estudo aplicando 4x4 minutos a 80% da potência aeróbia máxima intercalados por 120s de recuperação ativa com 40% da potência aeróbia máxima (MADDIGAN et al., 2019), um estudo aplicando 8x15s na maior intensidade possível com 9% da massa corporal como carga intercalados por 120s de recuperação passiva (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022), um estudo aplicando 3x30s na maior intensidade possível com 7,5% da massa corporal como carga intercalados por 30s de recuperação passiva (PUJOL; LANGENFELD, 1999), um estudo aplicando 2x30s na maior intensidade possível com 7,5% da massa corporal como carga intercalados por 10min de recuperação ativa de intensidade autosselecionada (HUTCHINSON et al., 2020), um estudo aplicando 4x30s na maior intensidade possível com 7,5% da massa corporal como carga intercalados por 4 min de recuperação passiva (STORK et al., 2015), um estudo aplicando 3x20s na maior intensidade possível com 5% da massa corporal como carga intercalado por 120s de recuperação ativa a 50W (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019). Finalmente, um estudo aplicou o SIT com 2x20s na maior intensidade possível, no entanto, os autores não relataram todas as informações do protocolo (BROOKS; BROOKS, 2010).

As condições em que a música foi utilizada também apresentaram alguma variação entre os estudos, com intervenções em diferentes momentos (antes ou durante o esforço ou durante toda a sessão) e com diferentes escolhas do padrão de música selecionada. Apenas um estudo não aplicou uma condição sem música como controle. Ballmann et al. (2019) compararam músicas preferidas autosselecionada [gênero favorito (R&B, country, rock/hard rock, rap/hip hop, pop e dance/eletrônico) das 10 músicas mais ouvidas da Billboard] com músicas não preferidas (gênero menos favorito no mesmo ranking).

Atan (2013) comparou uma lista de reprodução de tempo rápido (200bpm) com uma de tempo lento (70bpm) e com uma condição sem música. Hutchinson e O'neil (2020) também

compararam músicas com diferentes tempos, aplicando uma lista de reprodução motivacional (> 128bpm) comparando a uma que chamaram de sedativa (60-80bpm; sem letra) e uma condição sem música. Em outro estudo de mesma autoria, Hutchinson et al. (2011) compararam uma condição com uma música popular com uma condição sem música. O tempo também foi manipulado no estudo de Karageorghis et al. (2021), comparando uma lista de reprodução de médio tempo (120-125bpm) com uma de tempo rápido (135-140bpm) e uma condição sem música. Loizou e Karageorghis (2015) manipularam 3 condições experimentais (somente música, vídeo + música, vídeo + música + palavras estimulantes) além da condição sem música. Para esta revisão, consideramos apenas as comparações entre a condição música (*Chariots of fire* de Vangelis) com a condição sem música. Maddigan et al. (2019) compararam uma lista de reprodução de músicas de temo rápido (130bpm) com uma condição sem música.

Em outro estudo, uma lista de reprodução autosselecionada (tempo rápido) foi comparada a uma condição de músicas selecionadas aleatoriamente (lista de reprodução de uma plataforma de música online) e a uma condição sem música (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Pujol e Langenfeld (1999) aplicaram uma lista de reprodução autosselecionada de tempo rápido (120bpm; new wave, hard rock, pop rock) com uma condição sem música. Stork et al. (2015) construíram uma lista de reprodução para os participantes (com base em uma lista de seis músicas que os participantes classificaram em ordem de preferência na primeira visita) e compararam com uma condição sem música. O mesmo grupo (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019) comparou música motivacional (música autosselecionada com base em três gêneros musicais escolhidos pelos pesquisadores e classificações motivacionais avaliadas usando um painel de classificação musical) com um podcast (histórico do consumismo) com uma condição sem música. Considerando o foco desta revisão, decidimos analisar as comparações entre música motivacional e sem música do estudo (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019). Por fim, Brooks e Brooks (2010) compararam as condições com música e sem música, no entanto, os autores não relataram o processo de seleção das músicas.

3.6.4 Efeitos da música percepção subjetiva de esforço

Entre os sete estudos que avaliaram os efeitos da música na PSE, cinco (HUTCHINSON et al., 2011; MADDIGAN et al., 2019; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015) relataram que a música não teve efeito na PSE quando comparada com a condição sem música. No sentido contrário,

Ballmann et al. (2019) concluíram que a música preferida provocou menor PSE quando comparada à música não preferida. Karageorghis et al. (2021) afirmaram que a PSE foi menor sob a condição música de tempo médio quando comparada a condição sem música.

3.6.5 Efeitos da música nas potências pico e média

Entre os estudos que avaliaram os efeitos da música na PP, cinco dos nove estudos relataram que a música aumentou a PP quando comparada com a ausência de música ou podcast (BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; HUTCHINSON et al., 2011; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015). Por outro lado, quatro estudos relataram que não houve efeito da música na PP quando comparado com a ausência de música (ATAN, 2013; LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; PUJOL; LANGENFELD, 1999).

Entre os estudos que avaliaram os efeitos da música na PM, três dos dez estudos (BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON et al., 2011; STORK et al., 2015) relataram que a música aumentou a PM quando comparada com a condição sem música. Por outro lado, sete estudos relataram que a música não produziu efeitos positivos ou negativos na PM quando comparados com a condição sem música (ATAN, 2013; BALLMANN et al., 2019; HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; PUJOL; LANGENFELD, 1999; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019).

Embora o TT seja uma variável importante que pode oferecer informações relevantes sobre o desempenho durante uma sessão de EIAI, isso não foi explorado porque apenas dois dos dez estudos incluídos relataram essa medida (BALLMANN et al., 2019; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022).

A música atenuou a PSE em apenas dois dos sete estudos que avaliaram esse desfecho. Cinco estudos dos sete que investigaram os efeitos da música na PSE apontaram que a música não promoveu efeitos na PSE quando comparada a condição sem música. De acordo com investigações anteriores sobre música e exercício, as pessoas têm uma tendência natural de responder ao ritmo e às qualidades motivacionais da música e isso poderia promover uma redução na PSE e sinais de fadiga (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019; KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; b). No entanto, a intensidade do exercício desempenha um papel importante na mediação desses efeitos na PSE.

O SIT tem uma importante contribuição do sistema energético anaeróbico (GILLEN; GIBALA, 2014; MALTA et al., 2018) concomitantemente com uma demanda de carga

neuromuscular, promovendo valores de PSE mais elevados quando comparado a outros tipos de EIAI (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Portanto, considerando que todos os estudos incluídos nesta revisão aplicaram um protocolo SIT, a alta intensidade do exercício provavelmente diminuiu o efeito de distração da música (BIGLIASSI, 2015; REJESKI, 1985; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019)

No sentido oposto, dois estudos indicaram achados divergentes dos demais. Além de compararem os valores absolutos da PSE entre as três condições (música preferida, música não preferida, controle), Ballmann et al. (2019) também compararam a PSE média e foi nessa abordagem metodológica diferente que a PSE média do SIT com música apresentou escores menores que a condição sem música. Talvez essa análise diferente possa explicar os achados divergentes deste estudo quando comparado aos demais, como um efeito cumulativo da música preferida ao longo da sessão de SIT.

Esse possível efeito cumulativo foi posteriormente confirmado no estudo de Karageorghis et al. (2021), que reportaram menores escores de PSE sob a condição música de tempo médio quando comparada a condição sem música a partir da 4ª série em um protocolo de SIT. Os autores argumentaram que parecia haver alguns efeitos residuais da música na PSE durante as sessões de exercício. Aqui cabe adicionar que esse efeito foi encontrado na música tocada apenas nos intervalos de recuperação entre as séries, o que pode ainda ter alterado o foco de atenção dos indivíduos, efeito esse que foi recentemente corroborado pelo nosso grupo (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022).

Outra inferência que pode explicar os achados de Ballmann et al. (2019) é que talvez a música não preferida tenha potencializado um maior pensamento associativo de intensidade, levando os indivíduos a perceberem a sessão como mais fisicamente exigente. Portanto, uma possível explicação para esses diferentes achados é o uso de lista de reprodução não preferidas como condição de controle.

Uma evidência anterior mostrou que a preferência musical pode afetar as sensações perceptivas durante o exercício (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019), aumentando os sentimentos de energia e motivação (BALLMANN et al., 2019; BALLMANN et al., 2018). Além disso, estudos que manipularam a preferência musical mostram que os maiores benefícios para o PSE estão associados à música preferida (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012b).

No sentido contrário, a música não preferida pode provocar efeitos prejudiciais nas sensações perceptivas, sentimentos de energia e motivação, além da falta de validade ecológica, pois é improvável que as pessoas realizem exercícios ouvindo uma música autosselecionada que não gostem (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a). Portanto, é plausível inferir que realizar

uma sessão de SIT nesta condição (ouvir uma música não preferida) pode desencadear uma percepção ainda mais negativa, aumentando a PSE média. Portanto, a música preferida apresentou valores médios de PSE altos, mas não tão altos quanto na condição não preferida.

Quanto aos procedimentos de seleção das músicas para as intervenções, os estudos procuraram sustentar sua seleção musical com base nos critérios propostos por Karageorghis, Jones e Low (2006). Em três estudos (KARAGEORGHIS et al., 2021; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015), o *Brunel Music Rating Inventory* foi usado para medir, classificar e padronizar os componentes motivacionais de faixas musicais durante protocolos de exercícios experimentais. Embora essas seleções musicais tenham sido baseadas em aspectos como ritmo acelerado, contexto cultural e gênero, não foram observados efeitos positivos na PSE.

Apesar dos estudos apoiarem suas descobertas no mesmo sentido – processo paralelo (REJESKI, 1985), vale a pena especular que o status de treinamento dos participantes pode ter subestimado os efeitos da música. Estudos anteriores mostraram que a música teve efeitos positivos significativamente maiores em participantes não treinados do que em indivíduos treinados (ELIAKIM et al., 2007). Indivíduos treinados direcionariam seu foco de atenção para respostas internas (associativas) e para a execução do movimento durante o exercício. Portanto, eles não seriam responsivos à música (ELIAKIM et al., 2012). Além disso, a música parece promover maiores efeitos ergogênicos no início de um programa de treinamento, sendo que esses efeitos diminuem ao longo da evolução de indivíduos (HAMBURG; CLAIR, 2003). Assim, considerando o estado de treinamento dos participantes nos estudos incluídos (fisicamente ativos), isso também pode explicar os efeitos nulos da música na PSE.

As investigações que avaliaram os efeitos da música na PP apresentaram achados consistentes. Cinco dos nove estudos que avaliaram os efeitos da música na PP (BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; HUTCHINSON et al., 2011; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019; STORK et al., 2015) apoiaram suas descobertas na atenção cuidadosa na abordagem metodológica com seleção das músicas e momento de intervenção.

Brooks e Brooks (2010) enfatizaram dois pontos importantes na seleção musical, (1) o uso de músicas que já são consideradas tradicionalmente motivacionais, (2) além de permitir que os sujeitos classifiquem a música para determinar seu valor motivacional (autosselecionada). Mais tarde, Hutchinson et al. (2011) inferiram que a música cuidadosamente selecionada tem o potencial de melhorar significativamente a PP e que a metodologia pobre (ou seja, procedimentos de seleção musical fracos) provavelmente

contribuiu para as descobertas não significativas relatadas por estudos anteriores (PUJOL & LANGENFELD, 1999).

Uma seleção musical criteriosa com base no ritmo, musicalidade, impacto cultural e fatores associados como batidas por minuto são essenciais para medir se a música pode provocar efeitos ergogênicos na performance (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019; KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; b).

Em um estudo (TENENBAUM et al., 2004), as músicas motivacionais ("*Chariots of fire" and Eye of the Tiger*"), que são comumente associadas a sentimentos de motivação e esforço para vencer) foi um pouco mais motivadora do que outros tipos de música (rock e dança), sugerindo que a ligação entre o tipo de música e a performance sob exigências físicas extremas como o SIT pode ser moderada pela motivação que esta música evoca nos intérpretes (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a).

Tenenbaum et al. (2004) também propuseram que existe um limite onde a música pode promover o efeito. Denominado como "limiar mental", ou seja, o ponto onde a música não é mais capaz de desviar a atenção das demandas fisiológicas do exercício (associação). Assim, quanto mais forte o estímulo externo, mais longe esse limiar pode se mover. Quatro dos nove estudos testaram essa hipótese, avaliando se a música também poderia aumentar a PP em duas ou mais séries do teste de Wingate (PUJOL; LANGENFELD, 1999; BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON et al., 2020; STORK et al., 2015). Apesar das diferenças nos protocolos, os autores relataram uma "explosão inicial de potência" (ou seja, maior potência de pico nas primeiras séries sob condição de música quando comparada à condição sem música) e que persistiu ao longo da sessão.

No entanto, essa inferência deve ser interpretada com cautela. Os limites do "limiar mental" ainda não são totalmente claros e difíceis de determinar quando a segurança pessoal dos praticantes é considerada. Primeiro, quando alguém está envolvido em um exercício extenuante e ouve uma música preferida, isso pode resultar em melhores sensações no início do exercício, mas não durante os estágios posteriores, quando o esforço físico é muito alto (TENENBAUM et al., 2004). A melodia e o ritmo da música estão associados ao prazer e desviam a atenção das demandas fisiológicas vivenciadas durante a sessão de SIT em sua fase inicial e intermediária, mas muito menos no final do esforço. Portanto, é desafiador determinar o limiar dos efeitos da música na performance dada a quantidade de variáveis pessoais envolvidas na escolha da música ideal para cada indivíduo.

Os efeitos da música na PM apresentaram resultados tendem a confirmar a ideia de que a música não promove efeitos nesta variável de desempenho em cicloergômetro, com apenas

três dos dez estudos que investigaram tais efeitos, relataram alteração significativa da música na PM (BROOKS; BROOKS, 2010; HUTCHINSON et al., 2011; STORK et al., 2015). Os autores interpretaram suas descobertas de maneira semelhante aos achados da PP. Brooks; Brooks (2010) argumentaram que, considerando que o teste de Wingate tem apenas 30s de duração, a música parece retardar a fadiga durante o teste, conforme demonstrado pelos valores médios de potência mais altos na condição de música, o que pode ser explicado pela explosão inicial de potência no início da série, portanto, é esperado que a PM calculada durante todo o teste tenha sido afetada. É possível que a música forneça um ímpeto suficiente para o desempenho que os participantes sejam motivados ou com mais energia para iniciar a tarefa com força extra, mas esse efeito diminui à medida que a sessão avança (HUTCHINSON et al., 2011).

Nesse sentido, Stork et al. (2015) aplicaram 4 testes de Wingate e atestaram que a música provocava um estado elevado (e ideal) de excitação levando a primeira série de teste de Wingate. Além disso, os autores inferiram que, dada a reprodução contínua da música durante toda a sessão (aquecimento, durante as séries e períodos de descanso), ela pode ter criado efeitos aditivos para cada uma das quatro séries e que pode explicar parcialmente por que os efeitos da música persistiram durante múltiplas séries nos testes de Wingate (STORK et al., 2015). Vale destacar que em um dos estudos, o intervalo entre os testes foi de 10 minutos e a música foi tocada apenas durante o intervalo, o que pode ter favorecido o já reportado alto estímulo inicial que permaneceu ao longo do teste (HUTCHINSON et al., 2011).

Na direção oposta, sete estudos não encontraram efeitos da música na PM (ATAN, 2013; BALLMANN et al., 2019; HUTCHINSON; O'NEIL, 2020; LOIZOU; KARAGEORGHIS, 2015; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; PUJOL; LANGENFELD, 1999; STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019). Também em linha com as inferências relatadas acima, os autores concordam que, dependendo da intensidade (PUJOL; LANGENFELD, 1999) ou da configuração do protocolo (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019), os possíveis efeitos ergogênicos da música podem ser diminuídos ou mesmo inócuos.

Pode-se argumentar ainda que a diferente duração e intensidade da fase de recuperação [recuperação ativa de 120s sem carga (BALLMANN et al., 2019), recuperação ativa de 120s com 50W (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019) ou recuperação passiva de 30s (PUJOL; LANGENFELD, 1999)] entre os protocolos pode levar a diferenças na PM. No entanto, essas diferenças não refletiram em aumentos na PM, embora o estudo com maior duração de recuperação (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019) tenha apresentado uma PP maior na

condição com música. Finalmente, Ballmann et al. (2019) apoiaram suas descobertas na semelhança no andamento da música (bpm) entre as condições musicais preferidas e não preferidas, o que pode levar a semelhanças em termos de estimulação durante a sessão de SIT.

Karageorghis e Priest (2012b) argumentaram que a música pode não moderar "o que" alguém sente durante o EIAI mas pode moderar "como" (ou seja, PSE) alguém o sente. Assim, moderar como o indivíduo "interpreta" o esforço máximo pode influenciar diretamente no engajamento em um programa de EIAI. Analisados em conjunto, os resultados desta revisão sistemática sugerem que a música aplicada tem potencial para melhorar as respostas psicológicas ou de desempenho das pessoas ao SIT mediando o comportamento futuro no exercício, a depender da seleção da música e intensidade do protocolo adotado.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta sessão foi organizada da seguinte forma. Inicialmente foi apresentado o que é diferente entre o estudo 1 e o estudo 2, sendo: participantes, delineamento experimental, EIAI e análise estatística. Posteriormente, foi apresentado o que é comum a ambos os estudos, sendo: coletas das medidas antropométricas, aplicação do teste de Stroop e aplicação da escala analógica visual (EAV), índice de carga de trabalho (TLX) e percepção subjetiva de esforço (PSE). Esta última escala (PSE) diferiu em único aspecto entre os estudos, dado que no estudo 2 também foi utilizada para coletar a PSE da sessão de EIAI.

Adicionalmente, cabe aqui explicar que em ambos os estudos as condições experimentais foram definidas da mesma forma. A condição **fadiga mental sem música** foi o protocolo em que o participante executou a tarefa cognitiva e em seguida desempenhou o SIT sem ouvir qualquer estímulo externo. A condição **fadiga mental com música** foi o protocolo em que o participante executou a tarefa cognitiva e em seguida desempenhou o SIT ouvindo músicas. Por fim, a condição **controle** foi o protocolo em que o participante assistiu um documentário e em seguida desempenhou o SIT sem qualquer estímulo externo.

4.1 Participantes do estudo 1

Sete participantes adultos do sexo masculino (média ± desvio padrão; 30,3 ± 5,8 anos de idade; 76,4 ± 6,8 kg de massa corporal; 175,1 ± 5,2 cm de altura) foram incluídos neste estudo. Eles não foram informados do objetivo principal do estudo ou dos resultados esperados para evitar vieses na automotivação antes do protocolo experimental. Em vez disso, foram informados que o objetivo era analisar o impacto das tarefas cognitivas nas variáveis de desempenho em EIAI.

Os critérios de inclusão foram: homens adultos (18 e 35 anos), saudáveis, fisicamente ativos (> 150 min de atividade física moderada a vigorosa por semana nos últimos seis meses; Garber et al., 2011), contudo sem familiaridade com EIAI. Ainda, antes da iniciarem no estudo, todos os participantes foram avaliados quanto a contraindicação da realização de EIAI passando por um eletrocardiograma de repouso e uma avaliação clínica, ambos conduzidos por um médico do esporte do Laboratório de Determinantes Energéticos de Desempenho Esportivo da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

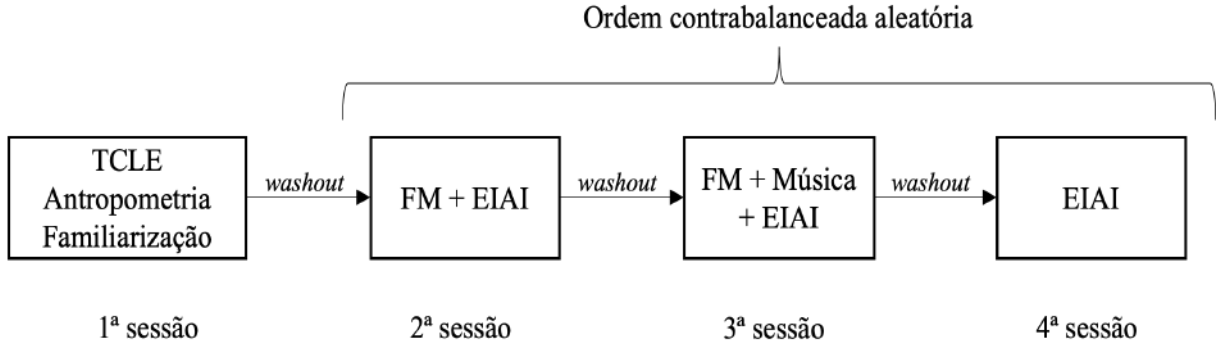
Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo sob o número de processo CAAE: 89180318.5.0000.5391.

4.2 Delineamento Experimental do estudo 1

Um projeto cego, randomizado e contrabalanceado foi desenvolvido (Figura 4 - Painel A). Cada indivíduo fez quatro visitas ao Laboratório de Determinantes Energéticos de Desempenho Esportivo da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo e foram aconselhados a dormir por pelo menos 7 horas, evitar exercícios de alta intensidade e consumo de álcool e bebidas com cafeína dentro de 48 horas antes das visitas. Todas as visitas foram iniciadas ao mesmo tempo (final da manhã) e separadas por um intervalo mínimo de 72 horas e no máximo duas semanas para permitir que qualquer efeito do tratamento seja eliminado (Figura 4 - Painel A).

Na 1ª visita, os participantes preencheram o termo de consentimento livre e esclarecido e foram realizadas medidas antropométricas (massa corporal e estatura). Posteriormente, os indivíduos foram familiarizados com procedimentos para diminuir possíveis efeitos de aprendizagem. Nas três visitas seguintes, foram realizadas as sessões experimentais, todas elas envolvendo o EIAI. Em duas dessas sessões, os participantes executaram a tarefa cognitiva (versão incongruente do teste de Stroop) no computador, sentados em uma cadeira em uma sala silenciosa e confortável. Os procedimentos foram realizados de acordo com os adotados por Martin et al., 2016 e Moreira et al., 2018, mas com o tempo de tarefa aumentado em relação ao utilizado nos estudos (60 min), principalmente em busca de aumentar as chances de confirmação do estado de fadiga mental. A demanda cognitiva da tarefa proposta no teste de Stroop, quando repetida por pelo menos 30 min, parece induzir fadiga mental por exigir autocontrole para inibir respostas automáticas a determinados estímulos e já foi relatada em estudos anteriores (PAGEAUX et al., 2014; PAGEAUX et al., 2015; SMITH et al., 2016).

Painel A



Painel B

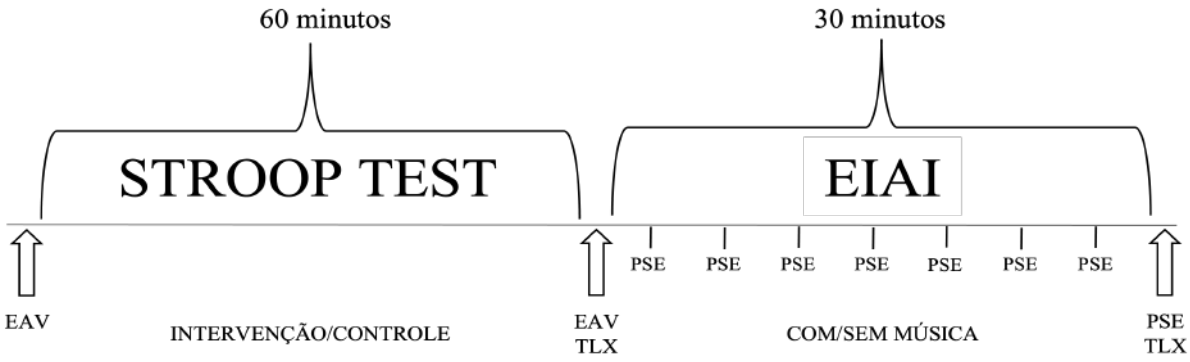


Figura 4 - Representação esquemática do estudo 1.
Nota: Desenho experimental (Painel A) e procedimentos (Painel B). Legenda: FM = fadiga mental; EIAI = exercício intermitente de alta intensidade; EAV = escala analógica visual; TLX = índice de carga de trabalho; PSE = percepção subjetiva de esforço

Na chegada ao laboratório, os participantes foram conduzidos a uma sala com baixa iluminação, sons externos baixos e ambiente termo neutro (20-22 °C). Uma vez na sala, eles foram solicitados a sentarem-se a uma distância confortável (~70cm) de um monitor de computador para executar o teste de Stroop por 60 min (na primeira visita, os participantes realizaram apenas 10 min do teste). Antes e depois do teste de Stroop, a Escala Analógica Visual (EAV) foi aplicada.

Na sequência, os indivíduos foram conduzidos à sala de testes para executar o EIAI. O protocolo EIAI foi escolhido devido à sua eficiência comprovada, representada como uma opção eficaz de exercício e associações positivas a indicadores de saúde, quando repetidos ao longo de seis a oito semanas (ANDREATO et al., 2019; CLARKE; JANSSEN, 2014; GLAZER et al., 2013; KEATING et al., 2017; SULTANA et al., 2019; WEWEGE et al., 2017; WHITE et al., 2015). Imediatamente após todos os momentos de esforço, os indivíduos relataram a sua PSE usando a escala 6-20 Borg (BORG, 2000).

Em uma das sessões experimentais durante o EIAI e após o teste de Stroop, os indivíduos receberam um estímulo externo positivo através de músicas previamente definidas

como motivadoras. Houve ainda a sessão de controle experimental em que os indivíduos realizaram o EIAI após 60 min (a mesma duração do teste de Stroop) assistindo o documentário "O Mundo Segundo os Brasileiros" (Eyeworks, Warner Bros, Holanda em parceria com Rede Bandeirantes, Brasil). Em todas as sessões, todas as medidas anteriormente relatadas foram realizadas (Figura 4, painel B).

4.3 Exercício Intermitente de Alta Intensidade do estudo 1

O EIAI foi semelhante ao protocolo usado em outros estudos (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022; TOWNSEND et al., 2017), contudo, em cicloergômetro. O protocolo consistiu em sete minutos de aquecimento, seguidos de 18 minutos de EIAI e cinco minutos de desaquecimento. O EIAI foi composto de 8 x 15s contra uma resistência fixa de 9% da massa corporal em cicloergômetro (Excalibur, Lode, Holanda) com intervalos de 120s de recuperação passiva. As variáveis de desempenho foram: PP; MP; TT e IF.

4.4 Análise Estatística do estudo 1

A normalidade da distribuição dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Em caso de normalidade, as variáveis foram inicialmente apresentadas na forma de média e desvio padrão ou em mediana e tercis em caso de distribuição não normal. A esfericidade dos dados será verificada pelo teste de Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser foi utilizada quando necessário. Os dados relacionados ao teste de Stroop (acurácia e tempo de reação), desempenho (PP, PM, IF e TT) e psicológicos (EAV, PSE e TLX) obtidos durante as coletas foram comparados via ANOVA de duas vias, condição experimental [três níveis (fadiga mental sem música; fadiga mental com música; controle) e momento [diferentes níveis envolvendo medidas antes, durante e após cada série) com medidas repetidas. O teste de Bonferroni foi usado como post-hoc, quando a diferença estatística for encontrada na ANOVA. A magnitude do efeito foi calculada via d de Cohen para comparações entre duas condições específicas e classificado de acordo com a sugerida por Batterham; Hopkins, 2006. Todas as análises foram realizadas no *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 27 para o MAC OSX e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

4.5 Participantes do estudo 2

Dez homens jovens fisicamente ativos (média ± desvio padrão; 26,4 ± 4,4 anos de idade; 73,0 ± 9,7 kg de massa corporal; 168,0 ± 5,7 cm de altura) se voluntariaram para participar deste estudo. Eles não foram informados do objetivo principal do estudo ou dos resultados esperados para evitar vieses na automotivação antes do protocolo experimental. Em vez disso, foram informados que o objetivo era analisar o impacto das tarefas cognitivas nas variáveis de desempenho em EIAI.

Os critérios de inclusão foram: homens adultos (18 e 35 anos), saudáveis, fisicamente ativos [> 150 min de atividade física moderada a vigorosa por semana nos últimos seis meses (GARBER et al., 2011)], contudo sem familiaridade com EIAI. Todos os participantes foram informados sobre os riscos e procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. A saúde/aptidão geral foi avaliada por meio do Questionário de Prontidão para Atividade Física (THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992).

4.6 Delineamento Experimental do estudo 2

Foi empregado um design de pesquisa cego, randomizado e cruzado. Cada participante visitou as instalações da Universidade do Estado do Amazonas quatro vezes. Eles foram orientados por escrito a dormir por pelo menos sete horas, beber pelo menos 50 ml de água por quilo de massa corporal, evitar exercícios de alta intensidade e consumo de álcool nas 48 horas anteriores às visitas. Todas as visitas foram iniciadas ao mesmo tempo (16h) e separadas por 72 horas a 7 dias para permitir que qualquer efeito do tratamento desaparecesse (Figura 5).

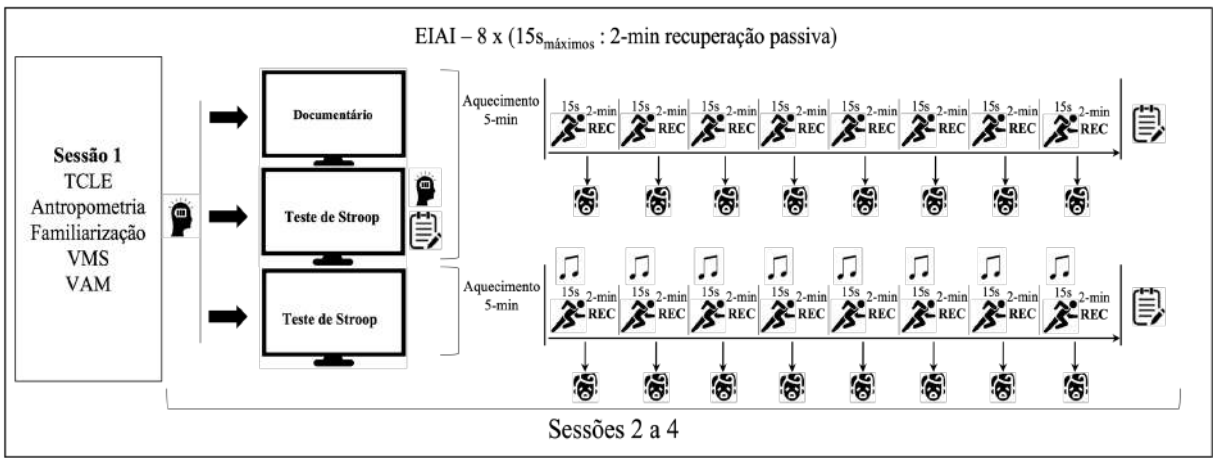


Figura 5 - Representação esquemática do estudo 2.

Legenda: = Escala analógica visual; = Índice de carga de trabalho; = Percepção subjetiva de esforço; = música; EIAI = Exercício intervalado de alta intensidade; REC = recuperação; VAM = Velocidade aeróbia máxima; VMS = Velocidade máxima de *sprint*.

Na primeira visita, todos os procedimentos experimentais e riscos potenciais foram explicados aos participantes. Também foram realizadas medidas antropométricas (massa corporal e estatura), aplicados os testes de velocidade aeróbia máxima (VAM) e o teste de velocidade máxima de *sprint* (VMS) e a familiarização com os procedimentos para diminuir possíveis efeitos de aprendizagem. A familiarização consistiu na execução da versão incongruente do teste Stroop por 10 min, apresentação e discussão de todas as escalas (EAV, PSE e TLX). Os testes de velocidade foram aplicados no mesmo local onde seria realizada a sessão de SIT.

Nas três visitas seguintes, foram conduzidas as sessões experimentais em ordem aleatória (fadiga mental sem música, fadiga Mental com música; controle). Em duas dessas sessões, os participantes realizaram a versão incongruente modificada de um teste de Stroop. O teste foi administrado em um computador, estando os participantes em uma cadeira em uma sala silenciosa e confortável. Os procedimentos foram realizados de acordo com os adotados por Martin et al. (2016) e Moreira et al. (2018), porém com o tempo da tarefa aumentado em relação ao utilizado nesses estudos. A demanda cognitiva proposta no teste de Stroop, quando repetida por pelo menos 30 minutos, foi relatada como indutora de fadiga mental ao exigir autocontrole para inibir respostas automáticas a determinados estímulos (CLEMENTE et al., 2021; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017).

Ao chegarem às dependências da universidade, os participantes foram conduzidos a uma sala de aula que foi isolada e com temperatura controlada (20-22º C) para a aplicação do teste. Uma vez na sala, eles foram convidados a sentar a uma distância confortável (~ 70 cm) de um monitor de computador para realizar o teste de Stroop por 60 minutos. Assim, atribuímos pontos de corte a cada 15 minutos para verificar a acurácia e do tempo de reação ao longo do teste. Antes e após o teste de Stroop, foi aplicada a EAV.

Em seguida, os participantes foram conduzidos para a área externa para a sessão do SIT. O protocolo SIT foi escolhido com base em sua eficiência comprovada, representada por baixo volume total de exercício e associações positivas a indicadores de saúde, quando repetido em seis a oito semanas (BOULLOSA et al., 2022; OLIVEIRA-NUNES et al., 2021; ROSENBLAT; GRANATA; THOMAS, 2022).

Na condição fadiga mental com música, os participantes receberam um estímulo externo positivo por meio de música autosselecionada durante a execução do SIT (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Por fim, houve uma sessão controle (documentário + SIT) na qual os participantes realizaram o SIT após assistirem a uma tarefa cognitiva neutra de 53 minutos (The World According Brazilians, Eyeworks, Warner Bros, Holanda). Todas as

sessões de exercício foram realizadas no final do dia (16-18h) por conta do calor, dado ser um espaço aberto, com umidade aproximada de 60% e temperatura de 30º - 32º C.

4.7 Velocidade máxima de sprint, velocidade aeróbia máxima e reserva de velocidade anaeróbia

Foram realizados dois testes de corrida para caracterização da amostra. Ambos os testes foram aplicados ao ar livre, em uma rua próxima às instalações da universidade. Para medir a VMS, os participantes realizaram um teste de *sprint* máximo de 30 m, sendo registrado o tempo transcorrido entre o início (ponto zero) e o final (30 metros), por meio de um cronômetro manual (JOHNSON; NELSON, 1969). Os participantes foram orientados a realizar uma saída lançada a partir de uma demarcação 5 metros antes do cone colocado no ponto zero. Eles também foram orientados a não desacelerar antes de passarem o último cone. Contudo, um cone foi posicionado no ponto de 30 metros e outro cone no ponto de 35 metros para evitar a desaceleração precoce.

No mesmo dia e local, após um período de recuperação de 30 min, os participantes foram submetidos ao teste de VAM. A VAM foi determinada por meio de um teste de campo de corrida contínua, máxima, indireta e de vários estágios, o *University of Montreal Track Test* (LÉGER; BOUCHER, 1980). A VAM é a velocidade máxima alcançada em um teste até a exaustão e foi determinado como altamente útil para prescrever sessões de EIAI (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996). Para esse teste, foram colocados dois cones a uma distância de 20 metros um do outro e determinamos o ritmo de corrida de cada participante por meio de um aplicativo instalado no celular. Os sinais sonoros, determinavam o instante em que o participante deveria estar em cada cone para assim manter uma velocidade constante. No primeiro estágio, a velocidade de 8 km/h foi utilizada para o início do teste, com incrementos de 0,5 km/h a cada minuto. O teste foi considerado finalizado quando o participante não conseguiu manter a velocidade de corrida imposta, determinada por exaustão voluntária ou quando o participante não estava no cone no momento do sinal sonoro por dois momentos (perder dois cones). A velocidade relacionada ao estágio no encerramento do teste foi considerada a VAM do participante. Caso o teste fosse interrompido antes do final do estágio, a velocidade era relativizada pelo tempo de permanência nesta etapa: MAS = velocidade na penúltima etapa + [1km/h*tempo no último estágio/tempo no estágio; (JULIO et al., 2020; PANISSA et al., 2014)] A reserva de velocidade anaeróbia (RVan) foi calculada a partir da

diferença entre a velocidade na série e a VAM [RVan = velocidade na série - VAM/RVan (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; JULIO et al., 2020).

Em ambos os testes, foi fornecido encorajamento verbal aos participantes, com o experimentador de campo mantendo a menor distância possível para dar os estímulos verbais. Após ambos os testes, os participantes foram familiarizados com as escalas psicométricas (PSE e TLX), mas nenhum destes dados foram registrados neste momento. Finalmente, foram agendadas as visitas restantes aproximadamente na mesma hora do dia e não menos que 48 horas depois para permitir a recuperação dos testes de campo. Também foi solicitado aos participantes que se abstivessem de exercícios extenuantes durante as 24 horas anteriores a cada uma das sessões restantes.

4.8 Exercício Intermitente de Alta Intensidade do estudo 2

O EIAI foi semelhante ao protocolo usado em outros estudos (ISLAM; TOWNSEND; HAZELL, 2017; TOWNSEND et al., 2017). O protocolo consistiu em cinco minutos de aquecimento, seguidos de 16 minutos de EIAI e cinco minutos de desaquecimento. O EIAI foi composto de 8 x 15s na maior intensidade possível de corrida com intervalos de 120s de recuperação passiva. As variáveis de desempenho foram: distância percorrida em cada série, distância total, velocidade máxima em cada série, velocidade média e velocidade mínima. Ainda, foram calculados os percentuais de desempenho relativos aos testes (%VAM, %VMS; %RVan).

4.9 Análise Estatística do estudo 2

A normalidade da distribuição dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. Em caso de normalidade, as variáveis foram inicialmente apresentadas na forma de média e desvio padrão ou em mediana e tercis em caso de distribuição não normal. A esfericidade dos dados será verificada pelo teste de Mauchly e a correção de Greenhouse-Geisser será utilizada quando necessário. Os dados relacionados ao teste de Stroop (acurácia e tempo de reação), desempenho (distância em cada série, velocidade máxima) e psicológicos (EAV, PSE e TLX) obtidos durante as coletas foram comparados via ANOVA de duas vias, condição experimental [três níveis (fadiga mental sem música; fadiga mental com música; controle) e momento [diferentes níveis envolvendo medidas antes, durante e após cada série) com medidas repetidas. A distância total, PSEsessão, velocidade média, velocidade mínima, %VAM, %VMS e %RVan

foram comparados via ANOVA de uma via, condição experimental em três níveis (fadiga mental sem música; fadiga mental com música; controle) com medidas repetidas. O teste de Bonferroni foi usado como post-hoc, quando a diferença estatística for encontrada na ANOVA. A magnitude do efeito foi calculada via d de Cohen para comparações entre duas condições específicas e classificado de acordo com a sugerida por Batterham; Hopkins, 2006. Todas as análises foram realizadas no *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 27 para o MAC OSX e o nível de significância foi estabelecido em 5%.

4.10 Antropometria

A massa corporal e a estatura foram medidas de acordo com a Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (STEWART et al., 2011). A determinação da massa corporal no estudo 1 foi realizada em balança eletrônica (em kg, com precisão de 0,01 kg; Toledo®, Brasil) e a estatura (em cm, com precisão de 1 mm) foi aferida utilizando um estadiômetro em madeira com escala métrica e com base fixada no solo. No estudo dois, os mesmos procedimentos foram seguidos com a determinação da massa corporal em balança eletrônica (Welmy®, Brasil) com estadiômentro embutido na própria balança. Os sujeitos estavam descalços e com roupas de treino adequadas (leves e confortáveis). A aferição da estatura foi realizada com os participantes posicionados de costas voltadas para o estadiômetro, com a cabeça em posição neutra.

4.11 Percepção subjetiva de esforço

Durante as condições, a PSE 6-20 (BORG, 2000) foi registrada após cada momento de esforço. Os participantes indicaram quão intenso ou desconfortável estava o esforço naquele momento, levando em consideração: a percepção relacionada ao grau de esforço dos músculos ativos (coxas e pernas) durante o exercício. No estudo 2, 30 minutos após o término da sessão, a PSE foi novamente coletada (PSEsessão) com a pergunta "*Quão intensa foi a sessão de exercícios de hoje*?" (ARNEY et al., 2019; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015).

4.12 Teste de Stroop

O teste de Stroop (STROOP, 1992) é caracterizado como uma tarefa que requer autocontrole para inibir respostas automáticas a certos estímulos (PsychoPy v1.85.6; University

of Nottingham, Reino Unido). A repetição prolongada (pelo menos 30 minutos) de tal tarefa antes do exercício contínuo levou a uma maior percepção de esforço e desempenho prejudicado (PAGEAUX et al., 2015; SMITH et al., 2016). Os participantes executaram a versão incongruente do teste de Stroop no computador, sentados em uma sala silenciosa e confortável.

O teste de Stroop consiste em 4 palavras (amarelo, azul, verde, vermelho), apresentadas em série na tela do computador, até que a resposta do participante seja realizada; após a resposta, há um intervalo de 1,5 segundos. Os participantes foram instruídos a pressionar 1 dos 4 botões coloridos no teclado (amarelo, azul, verde, vermelho) com a resposta correta sendo o botão correspondente à palavra da cor de preenchimento do termo que está na tela. As palavras aparecem na tela aleatoriamente, selecionadas pelo computador. A média do tempo de reação para as respostas corretas e acurácia (percentual de respostas corretas) foram calculadas para quantificar a possível indução de fadiga mental. As respostas mais rápidas que 200 milissegundos e respostas acima de 2s foram removidas da análise (MARTIN et al., 2016; MOREIRA et al., 2018).

Especificamente para o estudo 2, por limitações no local de coleta, não foi possível cronometrar a duração de cada teste de Stroop. Por outro lado, 86 tentativas foram programadas para cada uma das 16 combinações de palavra-cor, perfazendo um total de 1.376 tentativas com intervalos 1,5 segundo após cada resposta do participante. Considerando que os participantes apresentaram média de 1s (±0,10) para responderem, é possível estimar uma duração aproximada acima de 60 min. Assim, foram atribuídos pontos de corte a cada 15min (período 00-15min; 16-30min; 31-45min; 46-60min) para verificação da acurácia e do tempo de reação ao longo da execução do teste.

4.13 Estímulo Motivacional Pós Fadiga Induzida

De acordo com as revisões e estudos publicados (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019; KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a; STORK et al., 2017), a música deve incluir alta velocidade de tempo (> 120bpm), ritmo forte para aumentar a energia e induzir a ação do corpo. Ainda, outros fatores podem interferir na capacidade da música de aumentar a energia e induzir a ação do corpo (ritmo, musicalidade e impacto cultural).

Para fazer a seleção de músicas e analisar qual das propostas resultaria em maior influência motivacional positiva, foi conduzido estudo piloto com três condições diferentes (música autosselecionada; música selecionada aleatoriamente; sem música) com perfil de participantes semelhante em termos de sexo, idade e origem cultural (MARQUES;

STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Neste estudo, 16 jovens do sexo masculino realizaram uma sessão de EIAI (8x15s na maior intensidade possível intercalados por 2 minutos de recuperação passiva). Entre os achados, ouvir música durante a sessão de EIAI melhorou o estado de recuperação imediatamente antes de cada esforço. No entanto, esse efeito não refletiu na diminuição dos valores de PSE ou de outras variáveis psicológicas e de desempenho. A partir dos achados, foi inferido que músicas autosselecionadas e selecionadas aleatoriamente apresentavam qualidade motivacional semelhante. Portanto, decidiu-se por sugerir aos participantes que ouvissem músicas autosselecionadas durante a sessão do EIAI, orientando-os a preparar uma *playlist* que costumavam ouvir quando praticavam praticam exercícios intensos, aumentando ainda a validade ecológica do presente estudo.

4.14 Escala Analógica Visual e Índice de Carga De Trabalho

A percepção de fadiga mental foi medida pela EAV, composta por uma linha horizontal de 100 milímetros, em que uma extremidade representa o máximo da sensação de fadiga mental que o indivíduo pode apresentar e, no outro extremo, a sensação mínima (LEE; HICKS; NINO-MURCIA, 1991). Os Indivíduos foram instruídos a marcar uma linha vertical no ponto em que representam sua sensação de fadiga mental. O ponto marcado foi medido usando uma régua, a partir da extremidade esquerda (pontuação mínima de 0 mm) para a direita (pontuação máxima de 100 mm) para determinar os escores de fadiga.

A TLX (HART; STAVELAND, 1988) foi aplicada para avaliar a demanda subjetiva geral, bem como em outros estudos (PAGEAUX et al., 2014; PAGEAUX et al., 2015). Esta escala é constituída por seis subescalas: demanda mental, demanda física, demanda temporal, desempenho, esforço e frustração. Os participantes foram instruídos a marcar para cada um dos itens em uma escala dividida em intervalos bipolares iguais (alto/baixo). Esta pontuação foi multiplicada por cinco, resultando em uma pontuação final entre 0 e 100 para cada subescala.

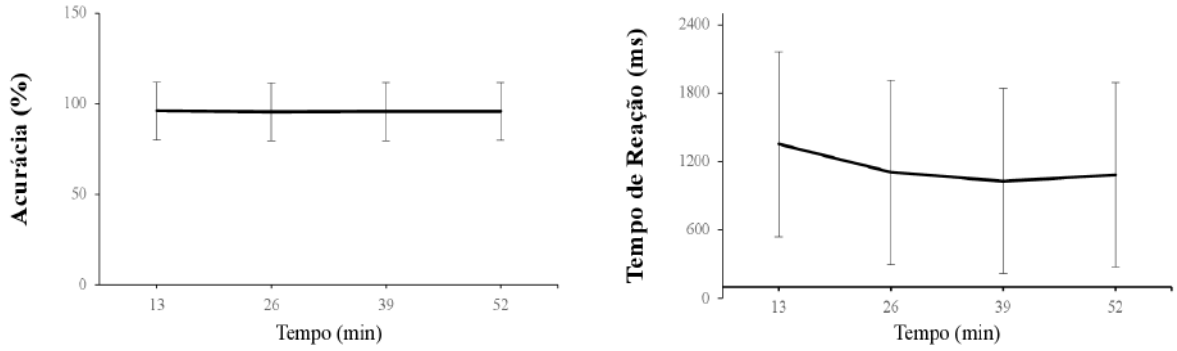
5 RESULTADOS

5.1 Resultados do estudo 1

5.1.1 Teste de Stroop e Percepção Subjetiva de Fadiga Mental

A Figura 6 apresenta a acurácia e o tempo de reação na condição de fadiga sem música (painel A) e condição de fadiga mental com música (Painel B) dos participantes durante a execução do teste. Em média, o Stroop foi concluído em 52min ± 2min51s na condição 1 e em 52min ± 3min52s. Assim, foram atribuídos pontos de corte a cada 13min para verificar a acurácia e do tempo de reação ao longo da execução do teste (Figura 6).

Painel A – Fadiga mental sem música



Painel B – Fadiga mental com música

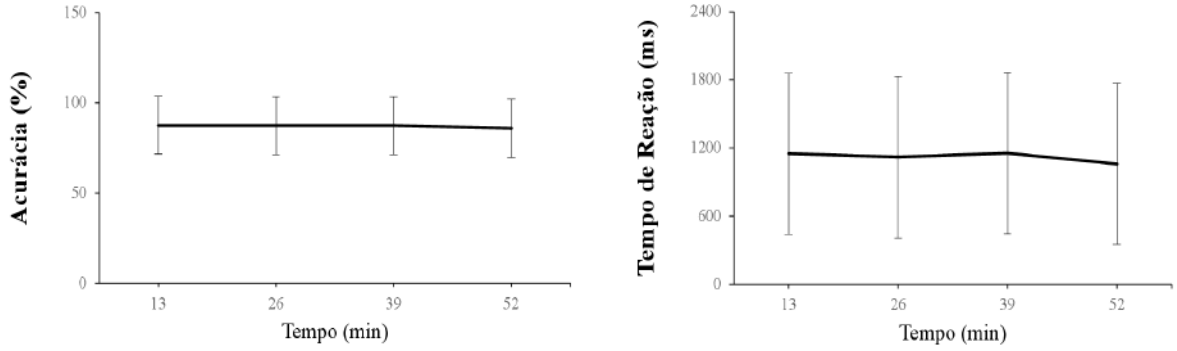


Figura 6 - Acurácia e tempo de reação durante o Teste de Stroop.
Nota: Condição fadiga mental sem música (Painel A); Condição fadiga mental com música (Painel B)

Na condição de fadiga mental sem música, acurácia ($F_{3,18} = 0,03$; $p = 0,993$; $\eta_p^2 = 0,005$) e tempo de reação ($F_{3,18} = 1,65$; $p = 0,213$; $\eta_p^2 = 0,216$) não apresentaram diferenças estatísticas significantes ao longo do tempo durante a execução do teste de Stroop. Na condição de fadiga mental com música, a acurácia não diferiu ao longo da execução da tarefa, contudo, apresentou

tendência de efeito principal de tempo ($F_{3,18} = 2,96$; $p = 0,059$; $\eta_p^2 = 0,331$). O tempo de reação também não apresentou diferença estatística significante ao longo da execução do teste ($F_{3,18} = 0,23$; $p = 0,870$; $\eta_p^2 = 0,038$).

A figura 7 apresenta os escores obtidos nos dois momentos sob as três condições.

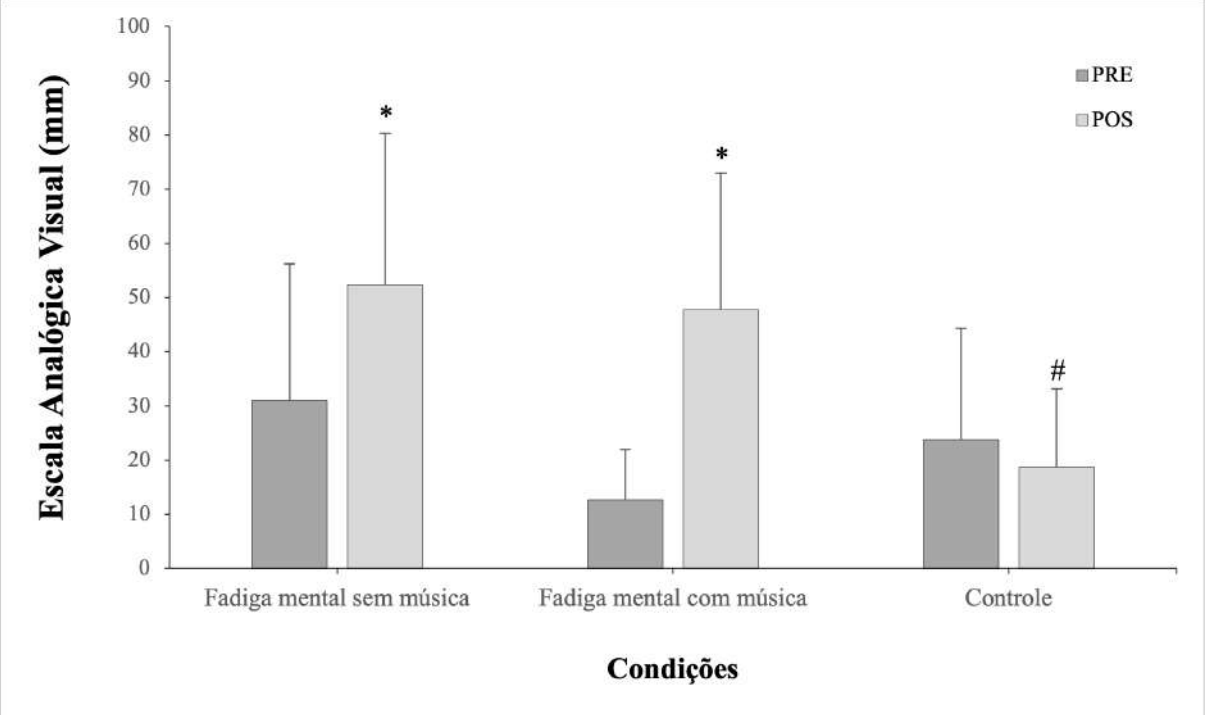


Figura 7 - Percepção subjetiva de fadiga mental antes e após o exercício intermitente de alta intensidade nas três condições.
Nota: * = maior que o momento pré intervenção ($p = 0,030$ para a condição fadiga mental sem música e $p = 0,006$ para a condição fadiga mental com música); # = menor que a condição fadiga mental sem música e que a condição fadiga mental com música pós-intervenção ($p = 0,023$ e $p = 0,004$ respectivamente).

A EAV apresentou efeito da condição ($F_{2,12} = 5,45$; $p = 0,021$; $\eta_p^2 = 0,476$) e efeito principal de tempo ($F_{1,6} = 10,40$; $p = 0,018$; $\eta_p^2 = 0,634$). Houve ainda interação condição e momento da medida ($F_{2,12} = 12,85$; $p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,682$) com valores maiores no momento pós teste de Stroop quando comparado ao momento pré-teste de Stroop tanto na condição de fadiga mental sem música ($p = 0,030$; $d = 0,74$) quanto na condição de fadiga mental com música ($p = 0,006$; $d = 1,70$). Ainda, os valores na condição controle foram menores que nas condições fadiga mental sem música ($p = 0,023$; $d = 1,4$; grande) e fadiga mental com música ($p = 0,004$; $d = 1,3$; grande) pós teste de Stroop.

5.1.2 Índice de Carga de Trabalho e Percepção Subjetiva de Esforço Físico

A tabela 5 apresenta os valores médios para cada momento em cada uma das condições.

Tabela 5 - Índice de carga de trabalho antes e após a sessão de *sprint interval training.*

	Fadiga mental sem música		**Fadiga mental com música**		**Controle**	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Demanda Mental	57,8 ± 18,2	33,5 ± 17,8	65,0 ± 13,6	26,4 ± 15,0	18,5 ± 9,9*	32,8 ± 21,3
Demanda Física**	13,5 ± 6,3	88,5 ± 10,5	11,4 ± 6,3	87,1 ± 11,2	9,2 ± 5,6	85,0 ± 12,5
Demanda Temporal	50,0 ± 23,9	66,4 ± 20,1	50,0 ± 24,4	59,2 ± 12,9	17,1 ± 20,3*	62,1 ± 17,5
Desempenho	55,7 ± 28,2	70,0 ± 17,3	57,8 ± 23,8	75,7 ± 16,5	58,5 ± 30,6	67,1 ± 19,0
Esforço Físico	64,2 ± 15,9	72,1 ± 12,7	63,5 ± 20,6	69,2 ± 19,3	9,2 ± 4,9*	63,5 ± 22,1†
Nível de Frustração	37,1 ± 31,0	24,2 ± 18,4	41,4 ± 33,8	25,0 ± 16,4	7,8 ± 7,0	42,1 ± 23,4†

Nota: Valores em média e desvio padrão. Legenda: * = menor que o momento pré na condição fadiga mental sem música (p = 0,003) e fadiga mental com música (p = 0,002); ** = efeito principal de tempo (p < 0,001); † = maior que o momento pré na condição controle (p < 0,001 no esforço físico; p = 0,005 no nível de frustração).

Houve efeito da condição na percepção de demanda mental (F2,12 = 14,14; p = 0,001; $\eta_p^2 = 0,702$), mas não houve efeito de tempo ($F_{1,6} = 4,02$; p = 0,092; $\eta_p^2 = 4,022$). Uma interação de condição e momento da medida ($F_{2,12}$ = 12,15; p = 0,001; η_p^2 = 0,670) ocorreu com a condição controle apresentando valores menores quando comparada às condições fadiga mental sem música (p = 0,003; d = 2,67; muito grande) e fadiga mental com música (p = 0,002; d = 3,89; extremamente grande) no momento pré SIT. A percepção de demanda física não apresentou diferença entre as condições ($F_{2,12}$ = 1,90; p = 0,192; $\eta_p^2 = 0,241$). Contudo, houve efeito principal de tempo ($F_{1,6}$ = 291,55; p < 0,001; η_p^2 = 0,980) sendo que o momento pré apresentou valores inferiores que o momento pós SIT (p < 0,001). Não houve interação condição e momento da medida ($F_{2,12} = 0,01$; p = 0,986; $\eta_p^2 = 0,002$). Houve efeito da condição na demanda temporal ($F_{2,12} = 17,84$; p < 0,001; $\eta_p^2 = 0,748$) contudo, não houve efeito de tempo

($F_{1,6}$ = 4,79; p = 0,071; η_p^2 = 0,444). Houve interação de condição e momento da medida ($F_{2,12}$ = 7,96; p = 0,006; η_p^2 = 0,570) com a condição controle apresentando valores inferiores quando comparada às condições fadiga mental sem música (p = 0,003; d = 1,48; grande) e fadiga mental com música (p = 0,008; d = 1,46 grande) no momento pré SIT.

O desempenho não foi alterado pela condição ($F_{2,12}$ = 0,41; p = 0,672; η_p^2 = 0,064), momento ($F_{1,6}$ = 2,82; p < 0,144; η_p^2 = 0,320) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{2,12}$ = 0,184; p < 0,834; η_p^2 = 0,030). Houve efeito da condição ($F_{2,12}$ = 16,13; p < 0,001; η_p^2 = 0,729) e de tempo ($F_{1,6}$ = 11,41; p < 0,015; η_p^2 = 0,655) no nível de esforço físico. Ainda, interação da condição e do momento da medida ($F_{2,12}$ = 18,67; p < 0,001; η_p^2 = 0,757) com a condição controle apresentando inferioridade quando comparada às condições fadiga mental sem música (p < 0,001; d = 4,66; extremamente grande) e fadiga mental com música (p = 0,001; d = 3,61; muito grande) no momento pré SIT. Por fim, a condição controle apresentou valores inferiores no momento pré SIT comparado ao pós SIT (p = 0,003; d = 3,38; muito grande). As condições não promoveram efeitos no nível de frustração ($F_{2,12}$ = 0,59; p = 0,565; η_p^2 = 0,091) e também não houve efeito de tempo ($F_{1,6}$ = 0,04; p = 0,841; η_p^2 = 0,007). Contudo, houve interação da condição e do momento da medida ($F_{2,12}$ = 6,95; p = 0,010; η_p^2 = 0,537) com a condição controle apresentando valores inferiores no momento pré SIT em comparação ao momento pós SIT (p = 0,005; d = 2,06; muito grande).

A figura 8 apresenta a PSE durante o SIT em cada condição.

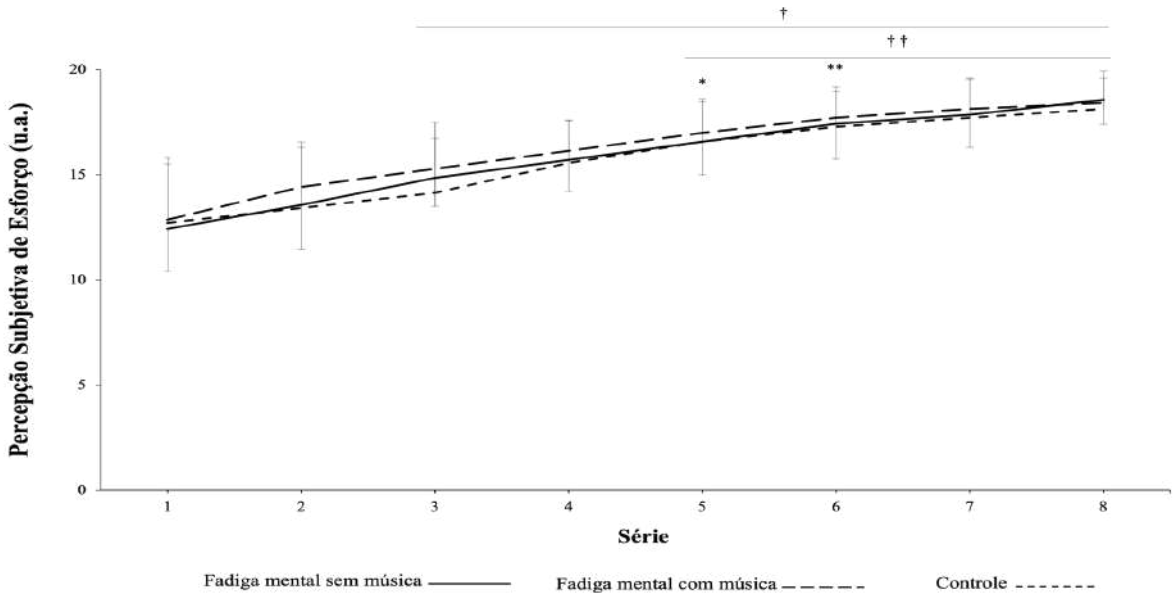


Figura 8 - Percepção subjetiva de esforço durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão. Legenda: † = série 1 < 3 (p = 0,020); < 4 (p = 0,022); < 5 (p = 0,009); < 6 (p = 0,007); < 7 (p = 0,004) e < 8 (p = 0,002); †† = série 5 > 2 (p = 0,012); > 3(p = 0,006) e > 4 (p = 0,008); série 6 > 2 (p = 0,012); > 3(p = 0,004) e > 4 (p = 0,004); série 7 > 2 (p = 0,005); > 3(p = 0,002) e > 4 (p = 0,003); série 8 > 2 (p = 0,004); > 3(p = 0,001) e > 4 (p = 0,001); * = série 5 < 7 (p = 0,022) e 8 (p = 0,016); ** = momento 6 < 8 (p = 0,034)

As condições não promoveram diferença estatisticamente significante na PSE ($F_{2,12}$ = 1,83; p = 0,202; η_p^2 = 0,234) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,84}$ = 1,08; p = 0,379; η_p^2 = 0,154). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do SIT ($F_{7,42}$ = 61,56; p < 0,001; η_p^2 = 0,911). O momento 1 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 3 (p = 0,020; d = 0,8; moderado), 4 (p = 0,022; d = 1,4; grande), 5, (p = 0,009; d = 1,8; grande), 6 (p = 0,007; d = 2,2; muito grande), 7 (p = 0,004; d = 2,4; muito grande) e 8 (p = 0,002; d = 2,7; muito grande). O momento 2 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 5 (p = 0,012; d = 1,3; grande), 6 (p = 0,012; d = 1,7; grande), 7 (p = 0,005; d = 1,9; grande) e 8 (p = 0,004; d = 2,2; muito grande). O momento 3 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 5, (p = 0,006; d = 0,9; moderado), 6 (p = 0,004; d = 1,4; grande), 7 (p = 0,002; d = 1,6; grande) e 8 (p = 0,001; d = 1,9; grande). O momento 4 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 5 (p = 0,008; d = 0,5; pequeno), 6 (p = 0,004; d = 1,0; moderado), 7 (p = 0,003; d = 1,2; grande) e 8 (p = 0,001; d = 1,6; grande). O momento 5 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 7 (p = 0,022; d = 0,7; moderado) e 8 (p = 0,016; d = 1,0; moderado). O momento 6 apresentou valores menores quando comparado ao momento 8 (p = 0,034; d = 0,6; pequeno).

5.1.3 Desempenho no Sprint Interval Training

A figura 9 apresenta a PP em valores absolutos.

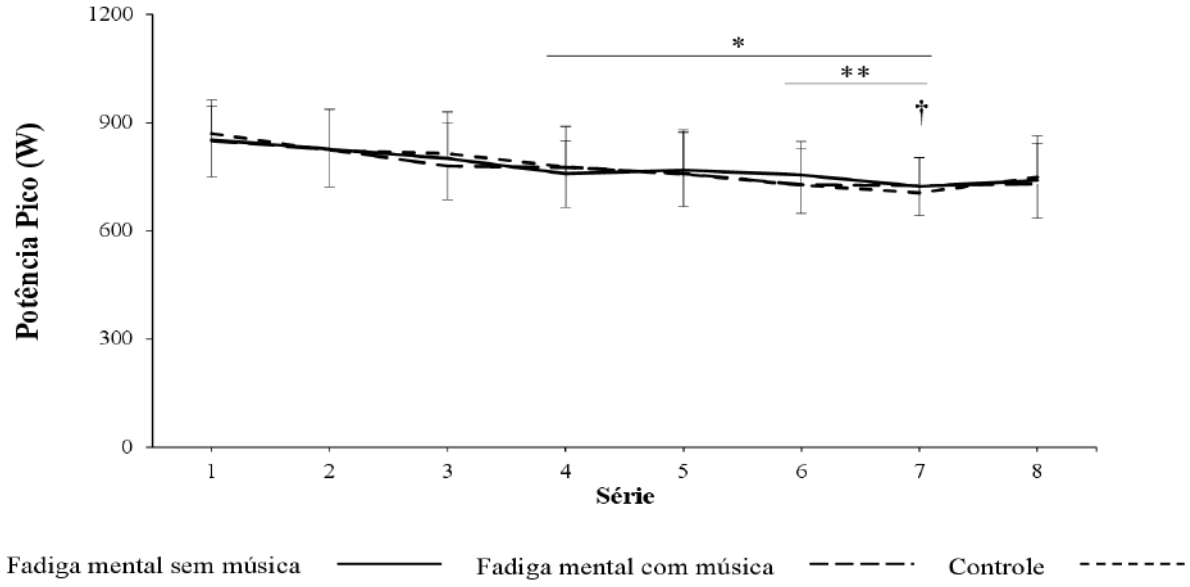


Figura 9 - Potência pico durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade.
Nota: Valores expressos em média e desvio padrão. Legenda: * = Série 1 > 4 (p = 0,019), 5 (p = 0,038), 6 (p < 0,001) e 7 (p = 0,001); ** = Série 1 > 6 (p = 0,044) e 7 (p = 0,040); † = Série 7 < que as sériess 3 (p = 0,024) e 4 (0,039)

As condições não promoveram diferença estatisticamente significante na PP ($F_{2,12}$ = 0,33; p = 0,720; η_p^2 = 0,053) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,84}$ = 0,572; p = 0,879; η_p^2 = 0,087). Por outro lado, houve efeito principal de tempo durante a execução do SIT ($F_{7,42}$ = 15,13; p < 0,001; η_p^2 = 0,716). O momento 1 apresentou valores maiores quando comparado aos momentos 4 (p = 0,019; d = 0,9; moderado), 5 (p = 0,038; d = 1,0; moderado), 6 (p < 0,001; d = 1,3; grande) e 7 (p = 0,001; d = 1,6; grande). O momento 2 apresentou valores maiores quando comparado aos momentos 6 (p = 0,044; d = 0,9; moderado) e 7 (p = 0,040; d = 1,1; moderado). Os momentos 3 e 4 apresentaram valores maiores quando comparados ao momento 7 (p = 0,024; d = 0,8; grande; p = 0,039; d = 0,5; pequeno; respectivamente).

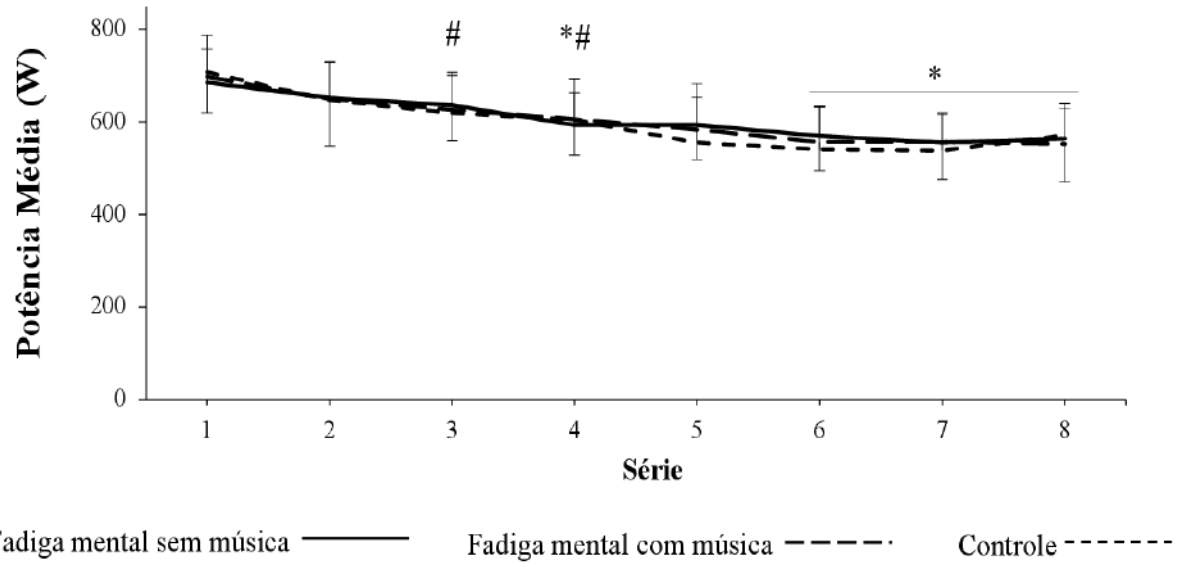


Figura 10 - Potência média durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade.
Nota: Valores expressos em média e desvio padrão. Legenda: * = Série 1 > 4 (p = 0,031), 6 (p = 0,010), 7 (p = 0,007) e 8 (p = 0,006); # = Série 3 > 6 (0,009) e 7 (p = 0,001); Série 4 > 6 (0,002) e 7 (p = 0,001)

A figura 10 apresenta a PM em valores absolutos. As condições não promoveram diferença estatisticamente significante na PM ($F_{2,12}$ = 0,25; p = 0,776; η_p^2 = 0,041) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,84}$ = 0,784; p = 0,684; η_p^2 = 0,116). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do SIT ($F_{7,42}$ = 21,89; p < 0,001; η_p^2 = 0,785). O momento 1 apresentou valores maiores quando comparado aos momentos 4 (p = 0,031; d = 1,3; grande), 6 (p = 0,010; d = 1,9; grande), 7 (p = 0,007; d = 2,0; muito grande) e 8 (p = 0,006; d = 1,9; grande). Os momentos 3 e 4 apresentaram valores maiores quando comparados aos momentos 6 (p = 0,009; d = 0,9; moderado; p = 0,001; d = 0,6; pequeno, respectivamente) e 7 (p = 0,002; d = 1,1; moderado; p = 0,001; d = 0,7; moderado, respectivamente).

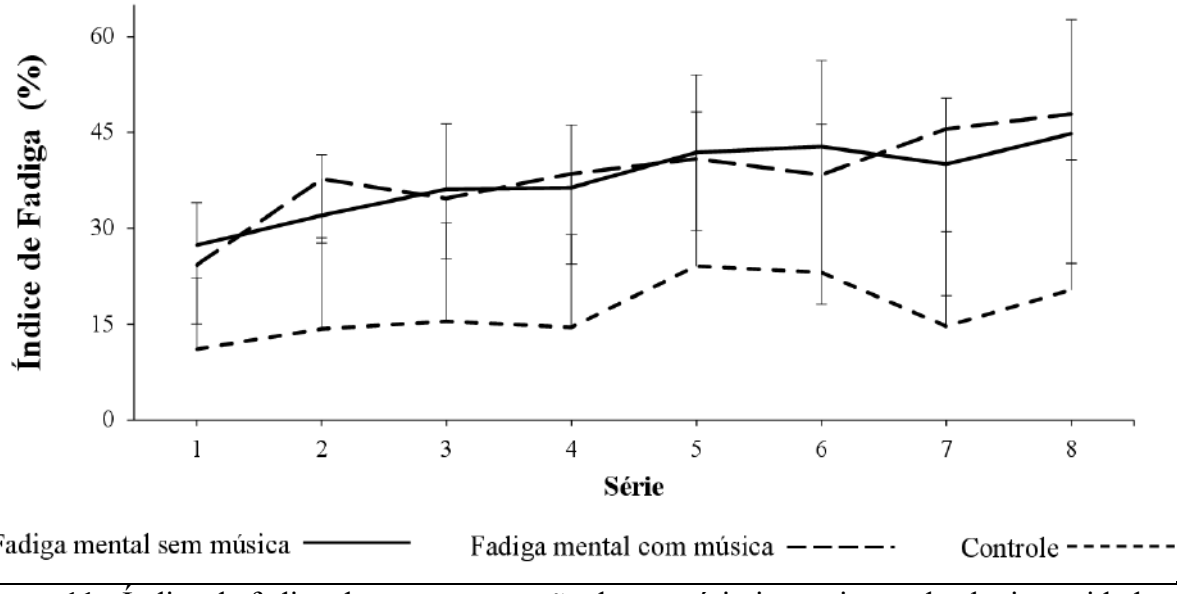


Figura 11 - Índice de fadiga durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade.
Nota: Valores expressos em média e desvio padrão.

As condições não promoveram diferença estatisticamente significante no IF ($F_{2,12}$ = 1,40; p = 0,282; η_p^2 = 0,190) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,84}$ = 0,908; p = 0,554; η_p^2 = 0,131). Houve um efeito principal de tempo durante a execução do SIT ($F_{7,42}$ = 7,09; p < 0,001; η_p^2 = 0,542), contudo as análises post-hoc não foram sensíveis para detectar onde essa diferença aconteceu (Figura 11).

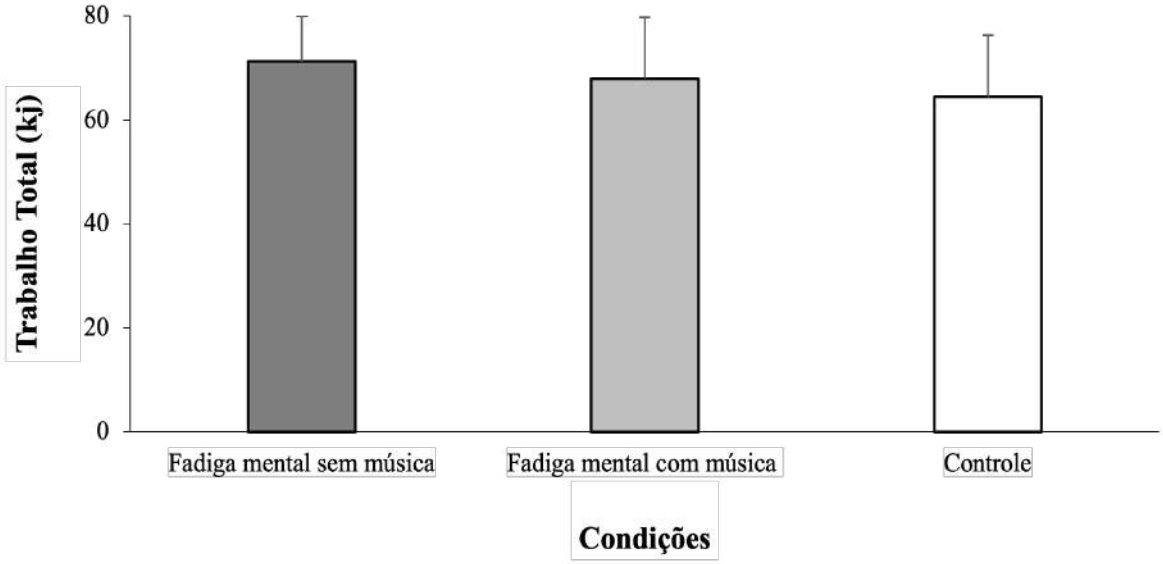


Figura 12 - Trabalho total durante a execução do exercício intermitente de alta intensidade.
Nota: Valores expressos em média e desvio padrão.

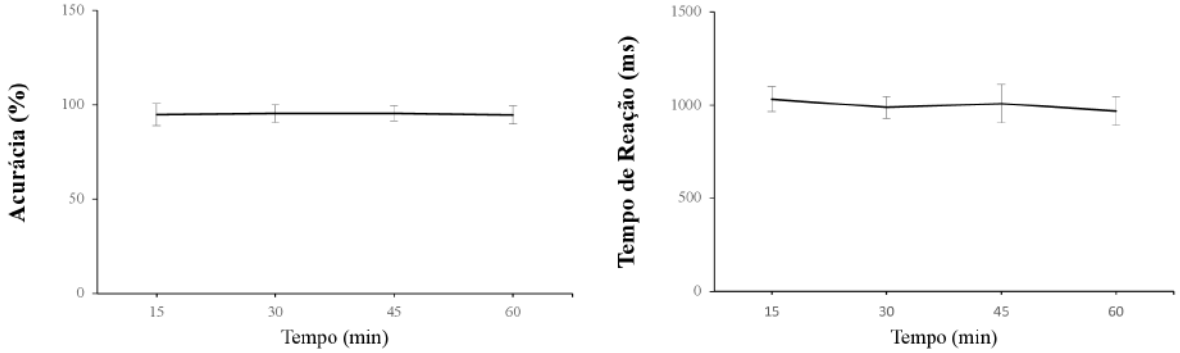
A figura 12 apresenta o TT em valores absolutos. As condições não promoveram diferença estatisticamente significante no TT ($F_{2,12}$ = 0,25; p = 0,780; η_p^2 = 0,041) e também não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,84}$ = 0,82; p = 0,636; η_p^2 = 0,121).

5.2 Resultados do estudo 2

5.2.1 Teste de Stroop e Percepção Subjetiva de Fadiga Mental

A figura 13 apresenta a acurácia e o tempo de reação na condição de fadiga sem música (painel A) e condição de fadiga mental com música (Painel B) dos participantes durante a execução do teste.

Painel A – Fadiga mental sem música



Painel B – Fadiga mental com música

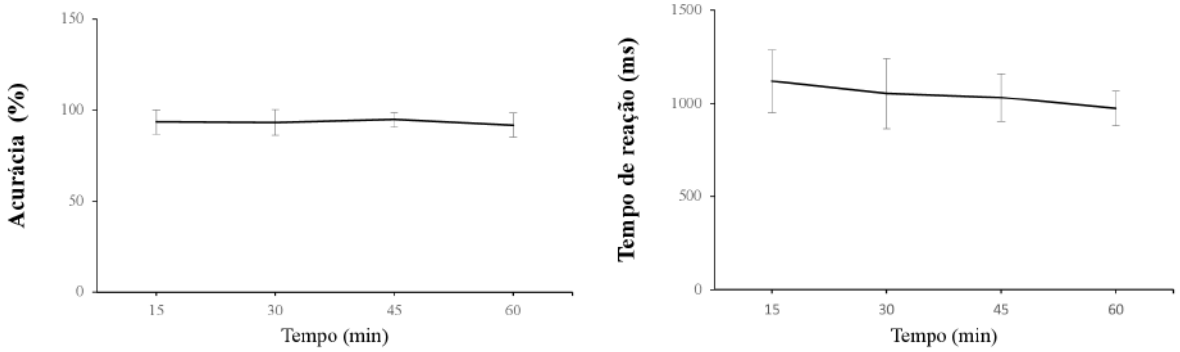


Figura 13 - Acurácia e tempo de reação durante o Teste de Stroop.
Nota: Condição fadiga mental sem música (Painel A); Condição fadiga mental com música (Painel B)

Na condição de fadiga mental sem música, acurácia ($F_{3,27}$ = 0,55; p = 0,647; η_p^2 = 0,058) e tempo de reação ($F_{1,35\ 12,23}$ = 3,30; p = 0,085; η_p^2 = 0,268) não apresentaram diferenças estatísticas significantes ao longo do tempo durante a execução do teste de Stroop. Na condição

de fadiga mental com música, a acurácia não diferiu ao longo da execução da tarefa, ($F_{1,26\ 11,33}$ = 0,79; p = 0,419; η_p^2 = 0,081), bem como tempo de reação que também não apresentou diferença estatística significante ao longo da execução do teste ($F_{1,30\ 11,71}$ = 3,40; p = 0,083; η_p^2 = 0,275). Ao compararmos as condições, a acurácia ($F_{1,9}$ = 2,05; p = 0,186; η_p^2 = 0,186), momento ($F_{1,42\ 12,78}$ = 1,11; p = 0,337; η_p^2 = 0,110) e interação entre a condição e o momento da medida ($F_{1,59\ 14,31}$ = 0,37; p = 0,646; η_p^2 = 0,040) não apresentaram diferenças estatísticas significantes. O tempo de reação também não apresentou diferença entre as condições ($F_{1,9}$ = 1,196; p = 0,303; η_p^2 = 1,117), contudo, houve efeito de tempo ($F_{1,38\ 12,44}$ = 4,73; p = 0,040; η_p^2 = 0,345) com o período 1 maior que os períodos 2 (1,07±0,02; 1,02±0,03; p = 0,03; d = 1,96, grande) e 4 (0,97±0,02; p = 0,023; d = 5,0, muito grande). Não houve diferença estatística significante para a interação condição e momento da medida ($F_{1,32\ 11,88}$ = 1,38; p = 0,275; η_p^2 = 0,133).

A figura 14 apresenta os escores obtidos nos dois momentos sob as três condições.

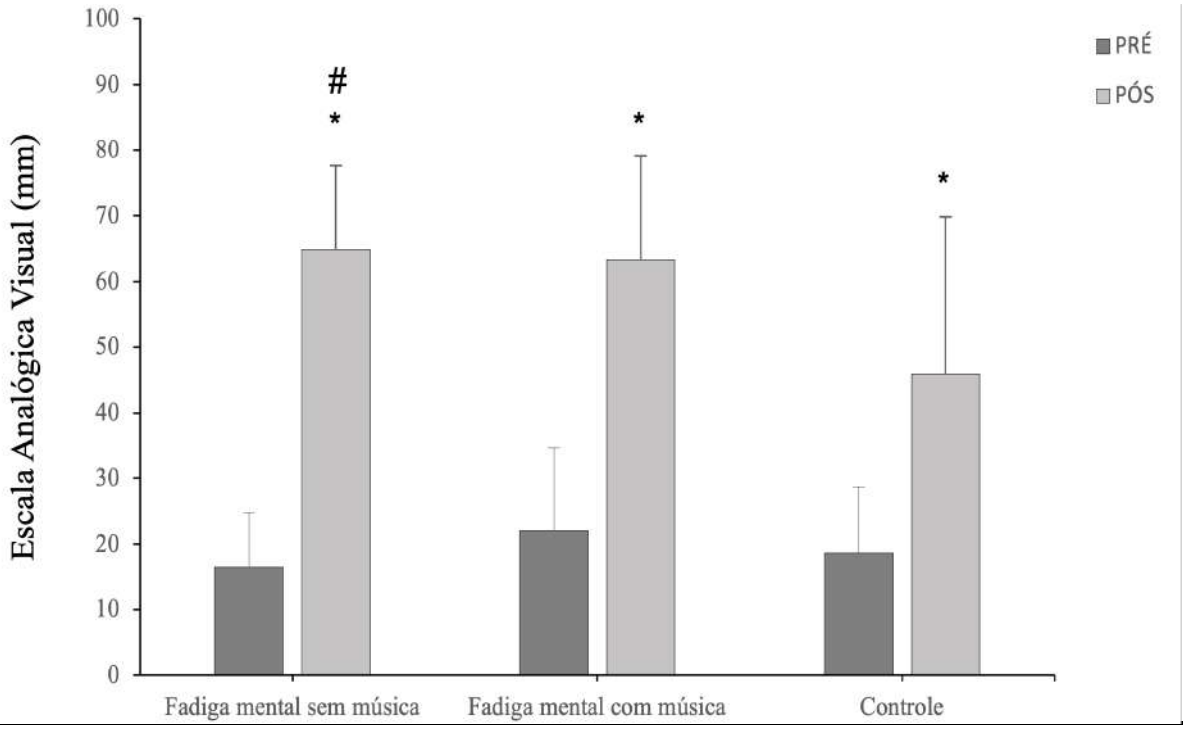


Figura 14 - Percepção subjetiva de fadiga mental antes e após o exercício intermitente de alta intensidade nas três condições.
Legenda: * = maior que o momento pré intervenção (p < 0,001 para a condição fadiga mental sem música, p < 0,001 para a condição fadiga mental com música e p = 0,003); # = maior que a condição controle pós-intervenção (p = 0,017).

A EAV apresentou efeito da condição ($F_{2,18}$ = 4,59; p = 0,024; η_p^2 = 0,338), efeito de tempo ($F_{1,9}$ = 104,14; p < 0,001; η_p^2 = 0,920) e interação condição e momento da medida ($F_{2,18}$

= 7,791; p = 0,004; η_p^2 = 0,464) com valores maiores no momento pós teste de Stroop na condição fadiga mental sem música (p < 0,001) quando comparado ao momento pós teste na condição controle (p = 0,017; d = 6,4, muito grande).

4.2.2 Índice de Carga de Trabalho e Percepção Subjetiva de Esforço Físico

A tabela 6 apresenta os valores para cada momento em cada uma das condições.

Tabela 6 - Índice de carga de trabalho antes e após a sessão de exercício intervalado de alta intensidade.

	Fadiga mental sem música		**Fadiga mental com música**		**Controle**	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Demanda* Mental	60,5 ± 24,8	83,0 ± 11,3	65,5 ± 21,4	82,5 ± 12,9	47,0 ± 24,8	82,0 ± 12,2
Demanda Física*	48,5 ± 21,0	88,0 ± 10,3	46,0 ± 24,6	91,0 ± 9,3	37,5 ± 25,8	89,0 ± 4,5
Demanda Temporal*	61,0 ± 24,2	84,5 ± 7,2	58,0 ± 27,3	88,0 ± 6,7	44,0 ± 21,8	82,5 ± 4,8
Desempenho	65,0 ± 20,2	78,0 ± 15,3	66,0 ± 18,6	79,0 ± 16,1	41,0 ± 21,9**	78,5 ± 13,3#
Esforço Físico*	67,0 ± 28,3	88,5 ± 8,5	72,0 ± 20,0	93,0 ± 3,4	40,5 ± 24,6†	93,0 ± 3,4
Nível de Frustração*	55,0 ± 21,0	73,0 ± 12,7	59,0 ± 16,7	82,5 ± 7,5	33,5 ± 24,1††	78,5 ± 8,8

Nota: Valores em média e desvio padrão. Legenda: * = efeito principal de tempo (p < 0,05 para todas as condições); ** = menor que o momento pré na condição fadiga mental sem música (p = 0,048) e fadiga mental com música (p = 0,002); # = maior que o momento pré (p < 0,001); † = menor que o momento pré na condição fadiga mental sem música (p = 0,032) e fadiga mental com música (p < 0,001); †† = menor que o momento pré na condição fadiga mental com música (p < 0,026).

Houve efeito da condição na percepção de demanda mental ($F_{2,18}$ = 5,12; p = 0,017; η_p^2 = 0,363) e efeito de tempo ($F_{1,9}$ = 21,65; p = 0,001; η_p^2 = 0,706), com valores menores no momento pré comparado ao pós na condição fadiga mental sem música (p = 0,009; d = 1,1, grande), fadiga mental com música (p = 0,043; d = 0,9, moderado) e controle (p = 0,002; d = 1,7, grande). Contudo, não houve interação de condição e momento da medida ($F_{2,18}$ = 2,242;

p = 0,135; η_p^2 = 0,199). A percepção de demanda física não apresentou diferença entre as condições ($F_{2,18}$ = 0,187; p = 0,187; η_p^2 = 0,170), contudo, houve efeito principal de tempo ($F_{1,9}$ = 45,91; p < 0,001; η_p^2 = 0,836), com valores menores no momento pré comparado ao pós [p < 0,001 para todas as condições; d = 5,0, muito grande (fadiga mental sem música); d = 2,4, muito grande (fadiga menta com música); d = 0,2, trivial (controle)]. Não houve interação condição e momento da medida ($F_{2,18}$ = 2,157; p = 0,145; η_p^2 = 0,193). Não houve efeito da condição na demanda temporal ($F_{2,18}$ = 3,02; p = 0,073; η_p^2 = 0,252). Contudo, houve efeito de tempo ($F_{1,9}$ = 21,15; p = 0,001; η_p^2 = 0,702), com valores menores no momento pré comparado ao pós na condição fadiga mental sem música (p = 0,008; d = 0,1, trivial), fadiga mental com música (p = 0,009; d = 0,5, pequeno) e controle (p < 0,001; d = 0,2, trivial). Não houve interação de condição e momento da medida ($F_{2,18}$ = 2,09; p = 0,152; h_p^2 = 0,189).

O desempenho foi alterado pela condição ($F_{2,18}$ = 5,24; p = 0,016; η_p^2 = 0,368), momento ($F_{1,9}$ = 15,05; p = 0,004; η_p^2 = 0,626), com o momento pós menor que o pré na condição controle (p < 0,001, d = 0,2. trivial). Houve interação condição e momento da medida ($F_{2,18}$ = 8,68; p = 0,002; η_p^2 = 0,491). No momento pré EIAI, a condição controle apresentou valores inferiores quando comparada às condições fadiga mental sem música (p = 0,048; d = 0,1, trivial) e fadiga mental com música (p = 0,002; d = 0,1, trivial). Houve efeito da condição ($F_{2,18}$ = 9,01; p = 0,002; η_p^2 = 0,500) e de tempo ($F_{1,9}$ = 38,58; p < 0,001; η_p^2 = 0,811) no nível de esforço físico, com valores menores no momento pré comparado ao pós na condição fadiga mental sem música (p = 0,005; d = 2,7, muito grande), fadiga mental com música (p = 0,008; d = 0,1, trivial) e controle (p < 0,001; d = 0,2, trivial). Ainda, interação da condição e do momento da medida ($F_{2,18}$ = 12,23; p < 0,001; η_p^2 = 0,576). No momento pré EIAI, a condição controle apresentou valores inferiores quando comparada às condições fadiga mental sem música (p = 0,032; d = 0,09, trivial) e fadiga mental com música (p < 0,001; d = 3,0, muito grande). As condições promoveram efeitos no nível de frustração ($F_{2,18}$ = 4,79; p = 0,021; η_p^2 = 0,348) e também houve efeito de tempo ($F_{1,9}$ = 32,13; p < 0,001; η_p^2 = 0,781), com valores menores no momento pré comparado ao pós na condição fadiga mental sem música (p = 0,015; d = 0,1, trivial), fadiga mental com música (p = 0,001; d = 5,8, muito grande) e controle (p < 0,001; d = 0,2, pequeno). Ainda, interação da condição e do momento da medida ($F_{2,18}$ = 9,21; p = 0,002; η_p^2 = 0,506) com a condição controle apresentando valores no momento pré EIAI inferiores à condição fadiga mental com música (p = 0,026; d = 0,1, trivial).

A figura 15 apresenta a PSE durante o SIT em cada condição.

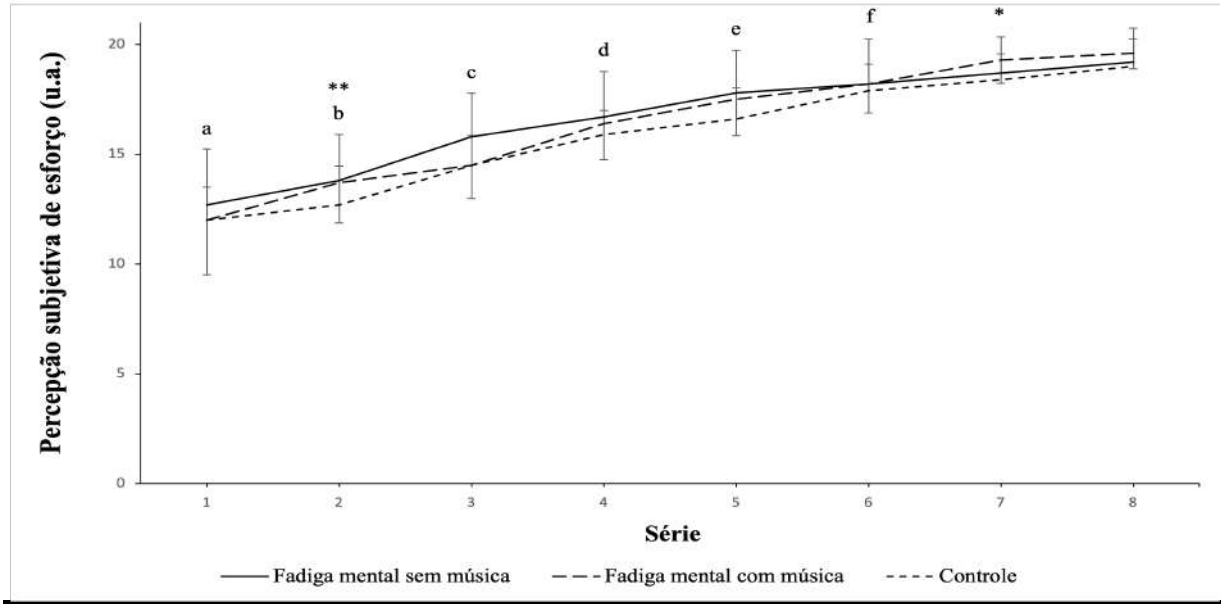


Figura 15 - Percepção subjetiva de esforço durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade.

Nota: Valores expressos em média e desvio padrão. Legenda: a = série 1 < 2 (p = 0,005), < 3, 4, 5, 6, 7 E 8 (p < 0,001); b = série 2 < 3 (p = 0,026), < 4 (p = 0,003), < 5 (p = 0,002), < 6, 7, 8 (p < 0,001); c = série 3 < 4 (p < 0,001), < 5 (p = 0,002), < 6, 7 e 8 (p = 0,001); d = série 4 < 5 (p = 0,022), < 6 (p = 0,005), 7 e 8 (p < 0,001); e = série 5 < 6 (p = 0,045), 7 e 8 (p < 0,001); f = série 6 < 8 (0,011); * = menor que condição controle no série 7 (p = 0,030); ** = maior que condição controle no série 2 (p = 0,045).

As condições não resultaram e diferença estatisticamente significante na PSE ($F_{1,28\ 11,55}$ = 3,16; p = 0,095; η_p^2 = 0,260). Contudo, houve um efeito principal de tempo durante a execução do SIT ($F_{1,53\ 13,82}$ = 74,87; p < 0,001; η_p^2 = 0,893). O momento 1 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 2 (p = 0,005; d = 2,3, muito grande), 3 (p < 0,001; d = 4,2, muito grande), 4 (p < 0,001; d = 10,2, muito grande), 5 (p < 0,001; d = 10, muito grande), 6 (p < 0,001; d = 18,6, muito grande), 7 (p < 0,001; d = 14,5, muito grande) e 8 (p < 0,001; d = 20, muito grande). O momento 2 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 3 (p = 0,026; d = 2,1, muito grande), 4 (p = 0,003; d = 5,6, muito grande), 5 (p = 0,002; d = 6,5, muito grande), 6 (p < 0,001; d = 10,5, muito grande), 7 (p < 0,001; d = 9,7, muito grande) e 8 (p < 0,001; d = 12,4, muito grande). O momento 3 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 4, (p < 0,001; d = 2,2, muito grande), 5 (p = 0,002; d = 3,3, muito grande), 6 (p < 0,001; d = 5,4, muito grande), 7 (p < 0,001; d = 5,8, muito grande) e 8 (p < 0,001; d = 7,2, muito grande). O momento 4 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 5 (p = 0,022; d = 1,9, grande), 6 (p = 0,005; d = 5,6, muito grande), 7 (p < 0,001; d = 5,5, muito grande) e 8 (p < 0,001; d = 8,4, muito grande). O momento 5 apresentou valores menores quando comparado aos momentos 6 (p = 0,045; d = 1,7, grande), 7 (p < 0,001; d = 1,8, grande) e 8 (p < 0,001; d = 4,2, muito grande). O momento 6 apresentou valores menores

quando comparado ao momento 8 (p = 0,011; d = 4,7, muito grande). Também houve interação condição e momento da medida ($F_{4,7\ 42,43}$ = 2,60; p = 0,041; η_p^2 = 0,224). A condição fadiga mental com música foi menor quando comparada à condição controle no momento 7 (p = 0,030; d = 0,08, trivial). Ainda, a condição fadiga mental com música foi maior quando comparada à condição controle no momento 2 (p = 0,045; d = 0,05, trivial). A PSEsessão não apresentou diferença estatística significativa entre as condições [fadiga mental sem música = 17,3±2,0; fadiga mental com música = 17,3±1,8; controle = 17,4±1,6 ($F_{2,29}$ = 0,01; p = 0,999)].

5.2.3 Desempenho no *Sprint Interval Training*

A média da VMS no teste de 30 metros foi de 30,0 ± 5,1 km/h, a VAM foi de 12,4 ± 0,7 km/h, resultando em uma RVan de 17,7 ± 4,4 km/h. A figura 16 apresenta a distância percorrida em valores absolutos.

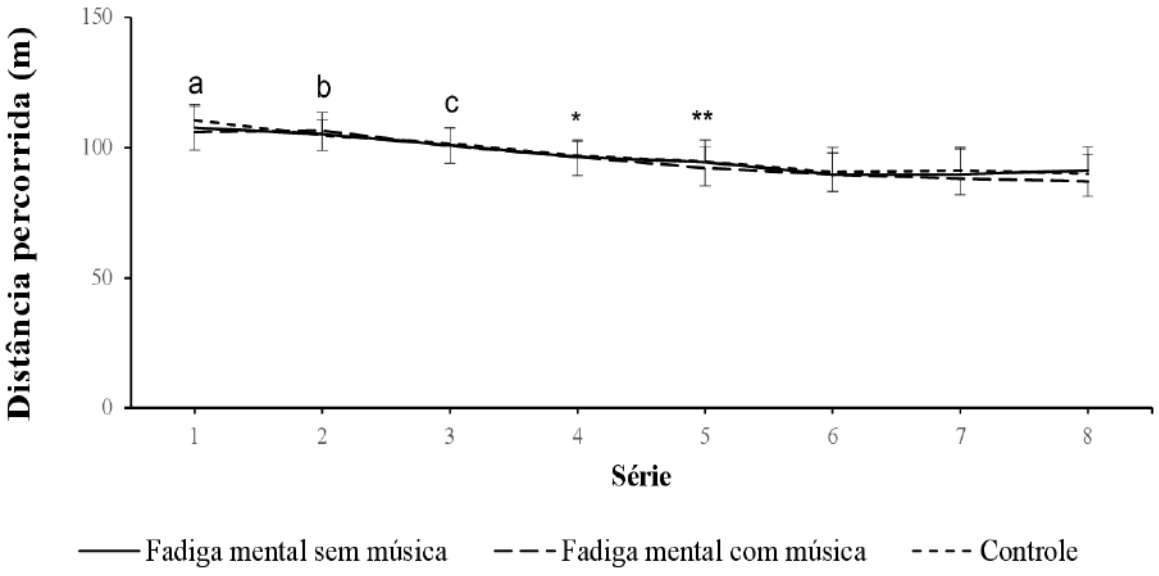


Figura 16 - Distância percorrida durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade.
Nota: Valores expressos em média e desvio padrão. Legenda: a = série 1 > 3 (p = 0,007), > 4 (p < 0,001), > 5 (p = 0,001), > 6 (p = 0,002), > 7 (p = 0,002) e 8 (p < 0,001); b = série 2 > 3 (p = 0,002), > 4, 5, 6 (p < 0,001), > 7 (p = 0,001) e > 8 (p < 0,001); c = série 3 > 4 (p < 0,001), > 5 (p = 0,002), > 6 (p = 0,003), > 7 (p = 0,005) e > 8 (p < 0,001); * = série 4 > 8 (p = 0,013); ** = série 5 > 6 (p = 0,020), > e 8 (p < 0,002).

As condições não resultaram diferença estatística significante na distância percorrida em cada uma das 8 séries ($F_{2,18}$ = 1,38; p = 0,277; η_p^2 = 0,133) e não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,126}$ = 1,34; p = 0,273; η_p^2 = 0,130). Por outro lado, houve efeito principal de tempo durante a execução do EIAI ($F_{7,63}$ = 48,05; p < 0,001; η_p^2 = 0,842). A série 1 apresentou valores maiores quando comparado às séries 3 (p = 0,007; d = 4,2), 4 (p < 0,001;

d = 7,1), 5 (p = 0,001; d = 7,8), 6 (p = 0,002; d = 11), 7 (p = 0,002; d = 9,3) e 8 (p < 0,001; d = 8,3). A série 2 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,002; d = 5,7), 4 (p < 0,001; d = 13,1), 5 (p < 0,001; d = 10,6), 6 (p < 0,001; d = 21), 7 (p = 0,001; d = 12) e 8 (p < 0,001; d = 9,5). A série 3 apresentou valores maiores quando comparada às séries 4 (p < 0,001; d = 10,5), 5 (p = 0,002; d = 7,5), 6 (p = 0,003; d = 21), 7 (p = 0,005; d = 9,4) e 8 (p < 0,001; d = 7,2). A série 4 apresentou valor maior quando comparada à série 8 (p = 0,013; d = 4,5). A série 5 apresentou valores maiores quando comparada às séries 6 (p = 0,020; d = 3,9) e 8 (p = 0,002; d = 2,4). Todos os valores de tamanho de efeito *d* foram classificados como "muito grande". A distância total percorrida não apresentou diferença estatística significativa entre as condições ($F_{2, 18}$ = 1,28; p = 0,277; η_p^2 = 0,133).

Relativamente aos percentuais, as condições não resultaram em diferença estatística no %VAM (fadiga mental com música = 188,3 ± 18,4%; fadiga mental sem música = 186,2 ± 17,8%; controle = 189,3 ± 16,6;), no %VMS (fadiga mental com música = 79,2 ± 14,0%; fadiga mental sem música = 78,2 ± 13,1%; controle = 79,4 ± 12,4) e no %RVan (fadiga mental com música = 65,7 ± 20,5%; fadiga mental sem música = 63,8 ± 19,0%; controle = 65,8 ± 18,0).

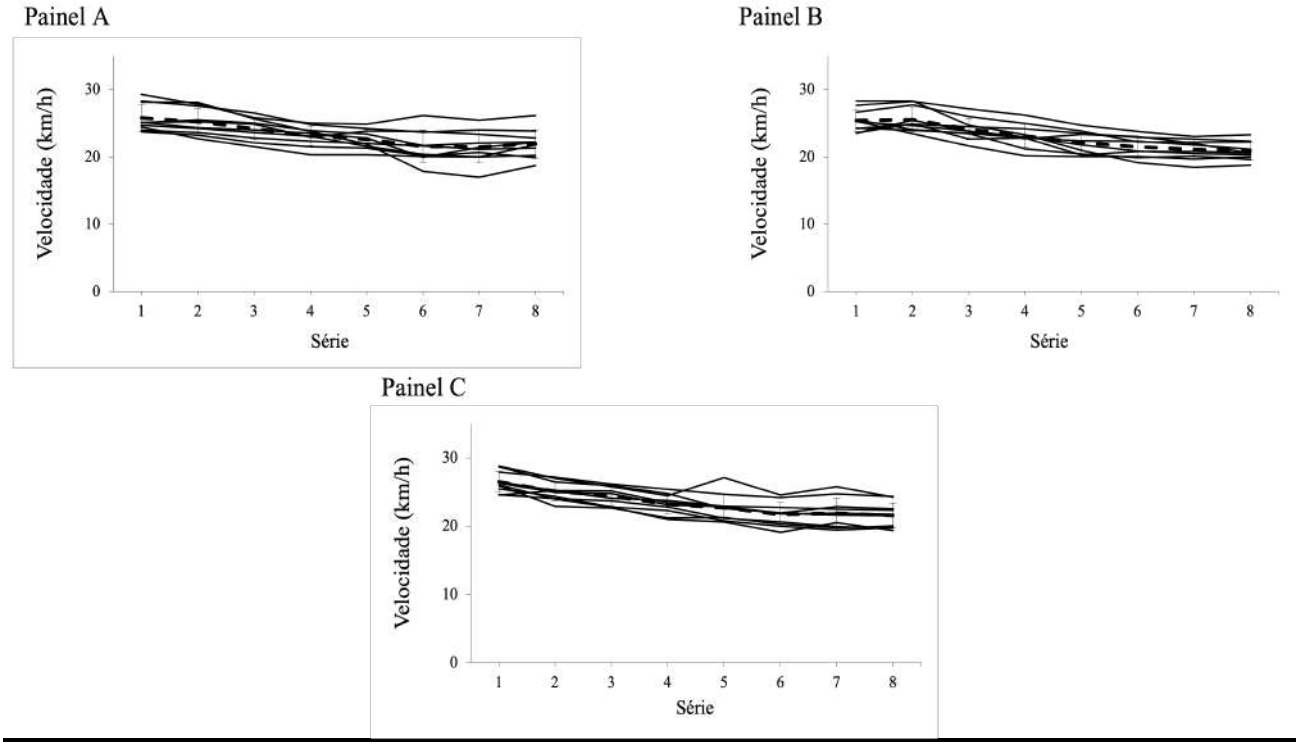


Figura 17 - Velocidade média em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes.
Legenda: A linha tracejada representa a média, com os respectivos desvios padrão. As linhas contínuas representam cada um dos voluntários.

A figura 17 apresenta a velocidade média em valores absolutos. As condições não resultaram em diferença estatística significante na média velocidade máxima em cada uma das oito séries ($F_{2,18} = 1,38$; $p = 0,277$; $\eta_p^2 = 0,133$) e não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,126} = 1,342$; $p = 0,192$; $\eta_p^2 = 0,130$). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do EIAI ($F_{7,63} = 48,02$; $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,842$). A velocidade máxima na série 1 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 ($p = 0,007$; $d = 4,2$), 4 ($p < 0,001$; $d = 7,1$), 5 ($p = 0,001$; $d = 7,8$), 6 ($p = 0,002$; $d = 11$), 7 ($p = 0,002$; $d = 9,3$) e 8 ($p < 0,001$; $d = 8,5$). A velocidade máxima na série 2 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 ($p = 0,002$; $d = 5,6$), 4 ($p < 0,001$; $d = 12,9$), 5 ($p < 0,001$; $d = 10,5$), 6 ($p < 0,001$; $d = 20$), 7 ($p = 0,001$; $d = 11,8$) e 8 ($p < 0,001$; $d = 9,8$). A velocidade máxima na série 3 apresentou valores maiores quando comparada às séries 4 ($p < 0,001$; $d = 10,7$), 5 ($p = 0,002$; $d = 7,4$), 6 ($p = 0,003$; $d = 20$), 7 ($p = 0,005$; $d = 9,2$) e 8 ($p < 0,001$; $d = 7,5$). A velocidade máxima na série 4 apresentou valor maior quando comparada a série 8 ($p < 0,013$; $d = 4,7$). A velocidade máxima na série 5 apresentou valores maiores quando comparada às séries 6 ($p = 0,020$; $d = 3,9$) e 8 ($p = 0,002$; $d = 2,6$). Todos os valores de tamanho de efeito *d* foram classificados como "muito grande".

A velocidade média considerando todas as séries não apresentou diferença estatística significativa entre as condições [fadiga mental sem música = 23,2±1,6 km/h; fadiga mental com música = 22,9±1,2 km/h; controle = 23,3±1,5 km/h ($F_{2,29} = 0,19$; $p = 0,822$)]. A velocidade mínima também não apresentou diferença estatística significativa entre as condições [fadiga mental sem música = 21,1±2,2 km/h; fadiga mental com música = 20,7±1,4 km/h; controle = 21,3±1,8 km/h ($F_{2,29} = 0,28$; $p = 0,755$)].

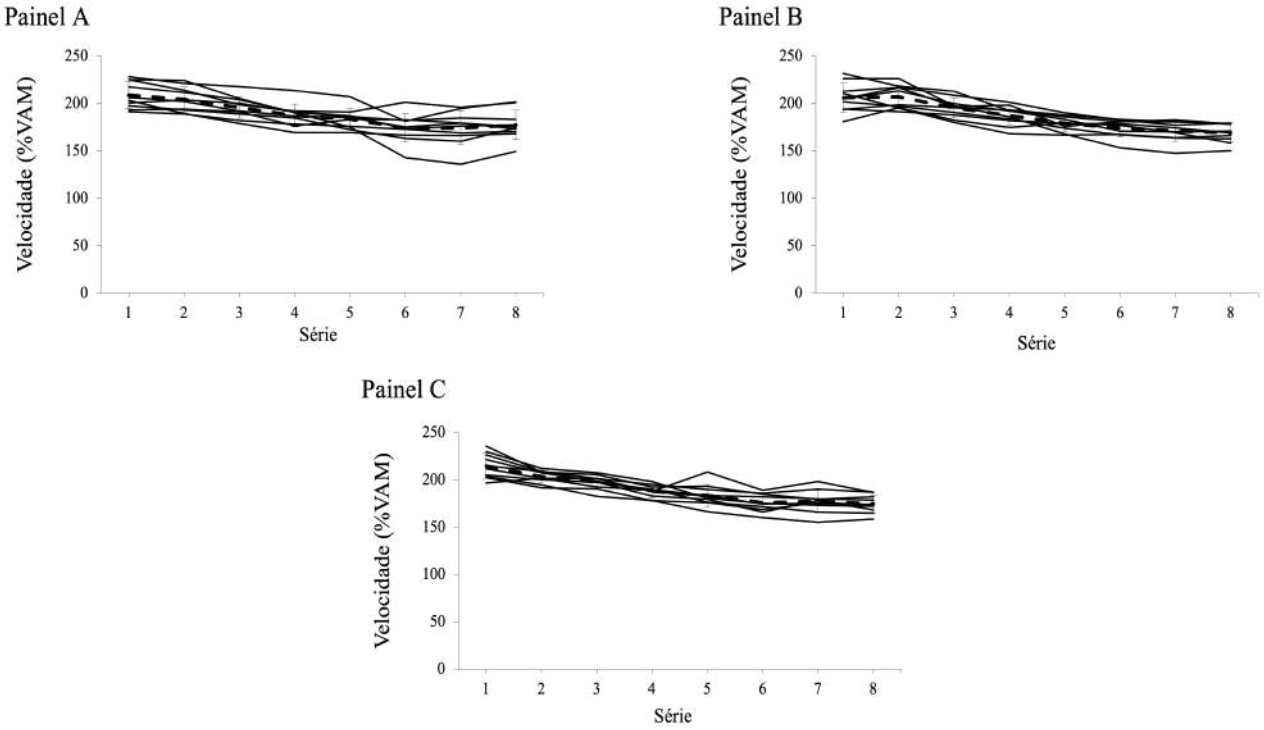


Figura 18 - Velocidade relativa a velocidade aeróbia máxima em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes.
Legenda: A linha tracejada representa a média, com os respectivos desvios padrão. As linhas contínuas representam cada um dos voluntários. %VAM = percentual relativo a velocidade aeróbia máxima.

A figura 18 apresenta o percentual relativo a VAM durante o EIAI. As condições não resultaram em diferença estatística significante na média do percentual relativo a VAM em cada uma das oito séries ($F_{2,18}$ = 1,20; p = 0,324; η_p^2 = 0,118) e não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,126}$ = 1,47; p = 0,226; η_p^2 = 0,141). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do EIAI ($F_{7,63}$ = 45,89; p < 0,001; η_p^2 = 0,836). O percentual relativo a VAM na série 1 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,008; d = 8,0), 4 (p < 0,001, d = 11,0), 5, 6, 7 (p = 0,002, d = 18,2; d = 14,3; d = 13,0) e 8 (p < 0,001, d = 14,8). O percentual relativo a VAM na série 2 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,006; d = 2,9), 4 (p < 0,001, d = 5,5), 5 (p < 0,001, d = 8,0), 6 (p = 0,001, d = 8,7), 7 (p = 0,002, d = 8,4) e 8 (p < 0,001, d = 9,0). O percentual relativo a VAM na série 3 apresentou valores maiores quando comparada às séries 4 (p < 0,001, d = 3,6), 5 (p = 0,002, d = 7,0), 6 (p = 0,003, d = 7,7), 7 (p = 0,005, d = 7,2) e 8 (p < 0,001, d = 8,0). O percentual relativo a VAM na série 5 apresentou valores maiores quando comparada às séries 6 (p = 0,023, d = 2,6) e 8 (p = 0,001, d = 3,0). Todos os valores de tamanho de efeito *d* foram classificados como “muito grande”.

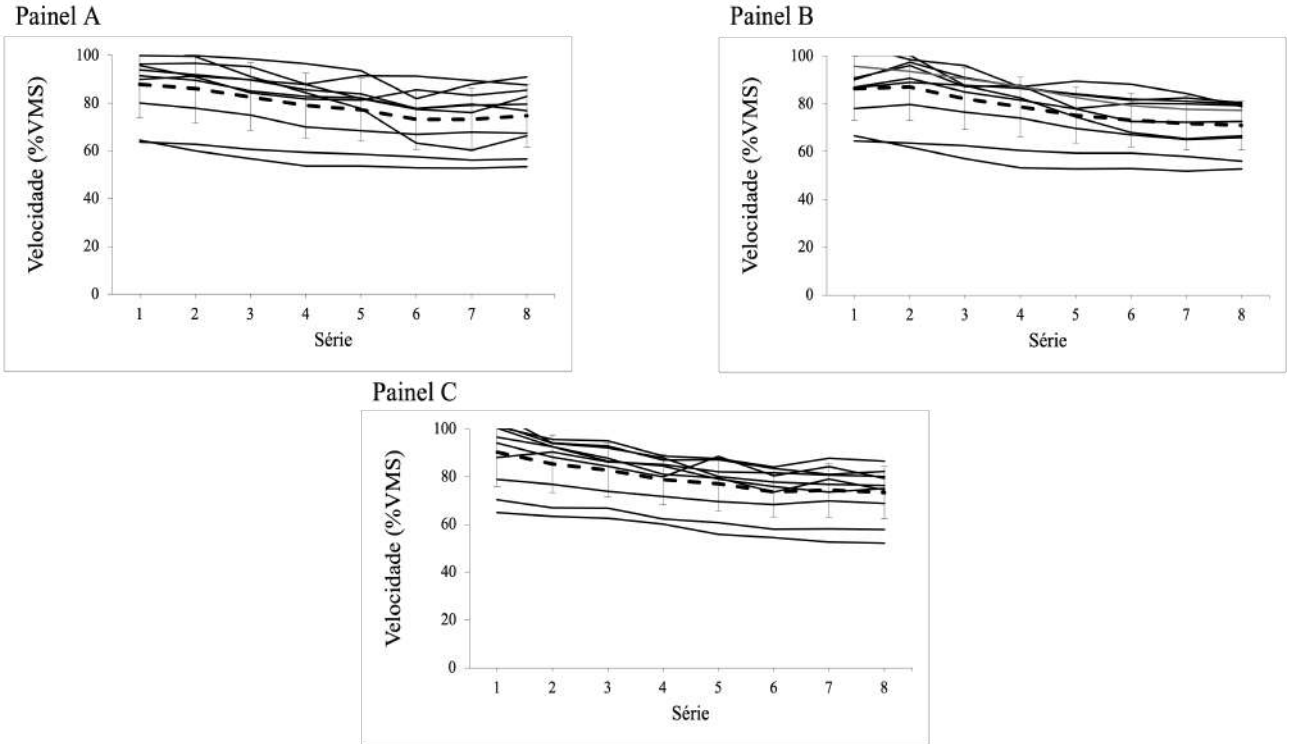


Figura 19 - Velocidade relativa a velocidade máxima de *sprint* em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes.
Legenda: A linha tracejada representa a média, com os respectivos desvios padrão. As linhas contínuas representam cada um dos voluntários. %VMS = percentual relativo a velocidade máxima de sprint.

A figura 19 apresenta o percentual relativo a VMS durante o EIAI. As condições não resultaram em diferença estatística significante na média do percentual relativo a VAM em cada uma das oito séries ($F_{2,18}$ = 1,09; p = 0,356; η_p^2 = 0,108) e não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,126}$ = 1,59; p = 0,088; η_p^2 = 0,151). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do EIAI ($F_{7,63}$ =37,62; p < 0,001; η_p^2 = 0,807). O percentual relativo a VMS na série 1 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,010; d = 5,0), 4 (p = 0,001, d = 7,9), 5 (p = 0,003, d = 14,9), 6 (p = 0,004, d = 17,6), 7 (p = 0,005, d = 17,2) e 8 (p = 0,001, d = 13,4). O percentual relativo a VMS na série 2 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,009; d = 2,5), 4 (p < 0,001, d = 4,9), 5 (p = 0,002, d = 8,1), 6 (p = 0,003, d = 10,4), 7 (p = 0,005, d = 10,4) e 8 (p = 0,001, d = 9,1). O percentual relativo a VMS na série 3 apresentou valores maiores quando comparada às séries 4 (p < 0,001, d = 2,4), 5 (p = 0,004, d = 4,8), 6 (p = 0,007, d = 7,0), 7 (p = 0,011, d = 7,1) e 8 (p = 0,002, d = 6,3). O percentual relativo a VMS na série 4 apresentou valores maiores quando comparada à série 8 (p = 0,022, d = 3,8). O percentual relativo a VMS na série 5 apresentou

valores maiores quando comparada às séries 6 (p = 0,036, d = 3,0) e 8 (p = 0,004, d = 2,7). Todos os valores de tamanho de efeito *d* foram classificados como “muito grande”.

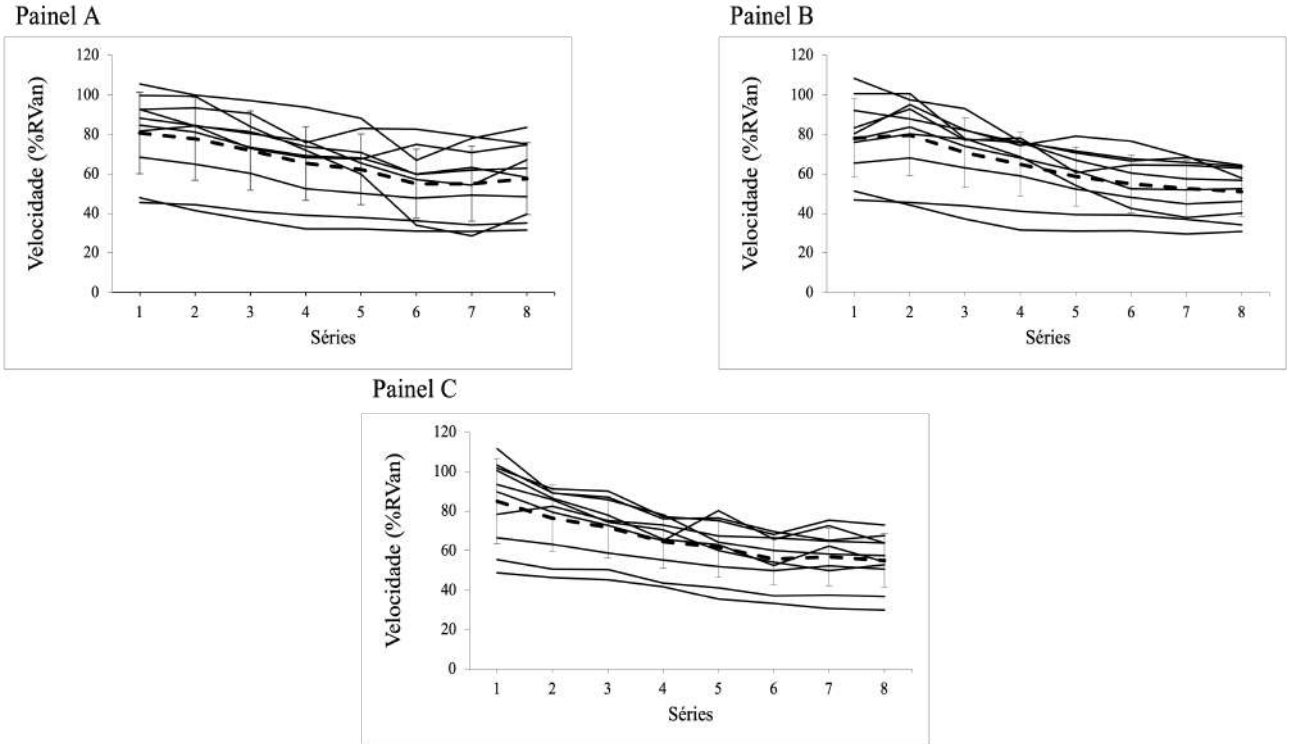


Figura 20 - Velocidade relativa a reserva de velocidade anaeróbia em cada série durante a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em condições de fadiga mental com música (Painel A), fadiga mental sem música (Painel B) e controle (painel C) para cada um dos participantes.
Legenda: A linha tracejada representa a média, com os respectivos desvios padrão. As linhas contínuas representam cada um dos voluntários. %RVan = percentual relativo a reserva de velocidade anaeróbia.

A figura 20 apresenta o percentual relativo a RVan durante o EIAI. As condições não resultaram em diferença estatística significante na média do percentual relativo a RVan em cada uma das oito séries ($F_{2,18}$ = 1,05; p = 0,368; η_p^2 = 0,206) e não houve interação condição e momento da medida ($F_{14,126}$ = 1,66; p = 0,072; η_p^2 = 0,869). Por outro lado, houve um efeito principal de tempo durante a execução do EIAI ($F_{7,63}$ =32,92; p < 0,001; η_p^2 = 1,000). O percentual relativo a RVan na série 1 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,014; d = 5,5), 4 (p = 0,002, d = 8,3), 5 (p = 0,005, d = 14,6), 6 (p = 0,007, d = 14,3), 7 (p = 0,008, d = 13,8) e 8 (p = 0,003, d = 11,7). O percentual relativo a RVan na série 2 apresentou valores maiores quando comparada às séries 3 (p = 0,012; d = 2,7), 4 (p < 0,001, d = 5,2), 5 (p = 0,004, d = 8,3), 6 (p = 0,006, d = 9,6), 7 (p = 0,008, d = 9,4,4) e 8 (p = 0,003, d = 8,5). O percentual relativo a RVan na série 3 apresentou valores maiores quando comparada às séries 4 (p = 0,002, d = 2,6), 5 (p = 0,006, d = 5,1), 6 (p = 0,010, d = 6,9), 7 (p = 0,017, d = 6,8)

e 8 (p = 0,003, d = 6,2). O percentual relativo a RVan na série 4 apresentou valores maiores quando comparada à série 8 (p = 0,031, d = 3,6). O percentual relativo a RVan na série 5 apresentou valores maiores quando comparada às séries 6 (p = 0,045, d = 2,7) e 8 (p = 0,007, d = 2,5). Todos os valores de tamanho de efeito *d* foram classificados como “muito grande”

6 DISCUSSÃO

6.1 Discussão do estudo 1

No estudo 1, as hipóteses não se confirmaram, uma vez que a fadiga mental não resultou em efeitos negativos no desempenho (PP, PM e IF) e nem na PSE. Ainda, a música não causou alterações no desempenho e na PSE durante o SIT.

Com relação a indução de fadiga mental em ambiente controlado, boa parte dos estudos aplicou a tarefa cognitiva por no mínimo 30 minutos. Em busca de tentar aumentar as chances de sucesso da indução de fadiga mental, além de promover um possível estado mais intenso desta condição (SILVA-JUNIOR et al., 2016), foi proposto no estudo 1 a execução de 60 minutos do teste de Stroop. Os voluntários não apresentaram alterações significantes no tempo de reação e na acurácia durante a aplicação do teste. Contudo, uma tendência de diminuição da acurácia emergiu durante as análises do estudo 1, indicando que mais dados podem confirmar tal diferença.

Considerando estas variáveis (acurácia e tempo de reação) como indicadores da manifestação comportamental da fadiga mental, o teste de Stroop promoveu parcialmente o resultado esperado nestes nos participantes. Contudo, tivemos dificuldades ao tentar quantificar a duração do teste de Stroop. Como o software do teste não permite definir a duração total do teste, mas apenas o número de tentativas que serão apresentadas, uma média abaixo dos 60 minutos previstos na metodologia foi obtida no estudo 1. Estabelecemos 75 tentativas no estudo 1 e a duração média ficou abaixo dos 60 minutos.

A manifestação subjetiva da fadiga mental após a execução do teste de Stroop foi a mais presente neste estudo. Corroborando investigações anteriores (BROWNSBERGER et al., 2013; SMITH et al., 2016), os participantes perceberam o teste de Stroop como mentalmente fatigante em todas as condições, conforme indicado pelos escores da EAV. Adicionalmente, o documentário escolhido para a condição controle mostrou-se emocionalmente neutro, visto que os participantes perceberam os 60 minutos do documentário de forma distinta das condições com teste de Stroop. Portanto, houve manifestação comportamental e subjetiva da fadiga mental, nos permitindo inferir a partir destes achados iniciais que os pressupostos para testarmos os objetivos propostos foram criados (VRIJKOTTE et al., 2018).

Alternativamente, estudos futuros podem adotar outra tarefa cognitiva que pretensamente possa induzir o estado de fadiga mental, como o AX-CPT. Investigações anteriores aplicaram o AX-CPT por 90 minutos para induzir fadiga mental. Diferenças significativas foram encontradas na acurácia ao comparar os 15 minutos finais com os 15

minutos iniciais, o que sugere que o AX-CPT pode ser mais sensível a mudanças ao longo do tempo em comparação com o teste de Stroop (MARCORA; STAIANO; MANNING, 2009; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015; VRIJKOTTE et al., 2018).

Sustentando a inferência acima, os dados das demandas do TLX apresentaram mais informações subjetivas em diferentes momentos e condições. No momento pré SIT (ou seja, pós teste de Stroop ou documentário), os participantes indicaram menor demanda mental, menor demanda temporal e menor demanda de esforço físico na condição controle quando comparadas às outras duas condições no estudo 1. Nossos resultados preliminares corroboram outros achados (MARTIN et al., 2016; PAGEAUX et al., 2015), em que os participantes apresentaram menor demanda mental, temporal e esforço físico/mental na condição controle quando comparada à condição com teste de Stroop.

Relativamente à subescala esforço físico, tais achados sugerem que os voluntários parecem não ter compreendido a diferença entre a exigência mental do teste de Stroop e a exigência física no ato de responder o nível de esforço físico dentro da TLX, dado que os voluntários reportaram altos valores de esforço físico logo após executar o teste de Stroop quando comparados ao momento logo após o documentário (ambos momentos foram antes do SIT). Isto ocorreu mesmo após terem sido familiarizados com a escala e a mesma apresentar definições por escrito de cada subescala.

Vrijkotte et al (2018) analisaram os efeitos de 90 minutos de teste de Stroop em um protocolo de dois testes de esforço máximo separados por 4 horas. Os autores reportam que logo após a execução do teste 1, os voluntários apresentaram maior fadiga mental, mesmo na condição controle, ou seja, sem teste de Stroop. Apesar, de termos familiarizado e reforçado a explicação item a item e conferido o entendimento do voluntário para toda a escala TLX, talvez ficar por 60 minutos executando a tarefa cognitiva em frente ao computador tenha gerado desconfortos físicos que tenham influenciado negativamente no momento de responder a escala pós-intervenção experimental e controle. Como esperado, a demanda física apresentou incremento similar entre os momentos pré e após o SIT para todas as condições.

Com relação aos dados coletados durante o SIT, não houve diferença entre as condições experimentais na PSE e no desempenho físico e ouvir músicas durante o desempenho no cicloergômetro não promoveu diferenças. De acordo com as revisões acerca do tema (FRANCO-ALVARENGA et al., 2019; MCMORRIS et al., 2018; VAN CUTSEM; MARCORA; et al., 2017), a PSE é o indicador que mais sofre alterações com a condição de fadiga mental, limitando o engajamento e antecipando a desistência da sessão de exercícios. Ainda, a presença de um agente ergogênico como a música, poderia alterar a motivação,

atenuando os efeitos do estado de fadiga mental na PSE (BALLMANN et al., 2019; KARAGEORGHIS et al., 20210).

Os achados do presente estudo corroboram estudos anteriores com exercícios na maior intensidade possível de *whole-body* (corpo inteiro, em tradução livre) sugerindo que a PSE durante o exercício intenso não foi alterada pela exposição dos indivíduos a uma tarefa cognitiva de esforço (DUNCAN et al., 2015; MARTIN et al., 2015).

A condição controle parece não ter diferido das condições em estado de fadiga mental pelo fato levantado em outros estudos (MARTIN et al., 2015). A característica cíclica, intensa e máxima de um protocolo de SIT limita que a PSE aumentada pós indução de fadiga mental promova um efeito deletério ainda maior (p.ex., aumento do desejo de parar de se exercitar), visto que o no SIT existe um menor papel do componente cognitivo, considerando que o indivíduo precisa apenas desempenhar o máximo esforço e logo entra em fadiga.

Foi testada a hipótese de a música atenuar os possíveis efeitos deletérios da fadiga mental no desempenho e na PSE. Como já reportado, apesar do estado de fadiga mental instalado (manifestação comportamental e subjetiva), não houve efeito da fadiga mental nos indicadores de desempenho e na PSE. Adicionalmente, a música não provocou efeitos positivos significativos quando comparadas às condições com música e controle.

Uma possibilidade é que a música não tenha sido interessante o suficiente para amenizar as sensações extenuantes causadas pelo protocolo SIT. Essa inferência é baseada na teoria de que o efeito ergogênico da música parece diminuir gradualmente com o aumento da intensidade do exercício (REJESKI, 1985). Dois estudos aplicaram protocolos de SIT com quatro (STORK et al., 2015) e três sériess na maior intensidade possível (STORK; KARAGEORGHIS; GINIS, 2019) consistindo em esforços totais que podem levar a um acúmulo de fadiga ao longo da sessão, diminuindo, portanto, os potenciais efeitos benéficos da música.

A inferência acima pode se sustentar. Contudo, é possível especular que os participantes envolvidos em esforços na máxima intensidade possível aceleram para atingir o pico rapidamente, trabalhando ao máximo desde o início da sessão de exercícios e rapidamente fatigando como resultado, em busca do máximo desempenho (MARTIN et al., 2015; PAGEAUX; LEPERS, 2018), com um componente cognitivo reduzido da tarefa de exercício. Portanto, não há tempo suficiente para que os possíveis efeitos ergogênicos da música ocorram.

Mesmo após aproximadamente 60 minutos de teste de Stroop, os voluntários conseguiram manter desempenho físico similar em todas as variáveis. A PP, PM, IF e TT não foram afetados pela fadiga mental. Em todas as variáveis, apenas o efeito principal de tempo foi detectado.

Nossos achados estão alinhados com estudos anteriores que não detectaram efeitos da fadiga mental no desempenho em protocolos de SIT em cicloergômetros (DUNCAN et al., 2015) ou em esforços na maior intensidade possível de única série (MARTIN et al., 2015). Ao integrar os resultados obtidos, existem evidências experimentais de que a fadiga mental não reduz a capacidade de um indivíduo usar ao máximo seus músculos em protocolos de SIT. Podemos depreender que quando mentalmente cansados, ainda podemos pedalar tão forte e correr tão rápido quanto de costume. Portanto, parece que o impacto negativo da fadiga mental no desempenho esportivo está confinado ao exercício submáximo que requer regulação do esforço físico ao longo do tempo (PAGEAUX; LEPERS, 2018).

A motivação (música) parece não ter sido suficiente para atenuar o estado de fadiga. O protocolo de SIT adotado no estudo 1 é muito intenso e isto pode ter tornado o efeito da música inócuo. Estes achados corroboram a teoria do processo paralelo (REJESKI, 1985), dado que os efeitos de dissociação desencadeados a partir da música nas respostas psicofisiológicas vão sendo diminuídos conforme o exercício intenso se prolonga. Assim, parece importante que mais estudos sejam conduzidos para testar os efeitos da fadiga mental (com e sem a música como agente motivador) em modelos de SIT, visto que o conhecimento acerca desse fenômeno está centrado em um único estudo, sendo o nosso o segundo a testar tal hipótese, mas que tem a limitação do número amostral. Por fim, a música foi recentemente listada como uma das estratégias mais promissoras para atenuar os efeitos da fadiga mental, com grande aplicabilidade no dia a dia (p.ex., academias de ginástica, corrida no parque) quando comparada a outras medidas (PROOST et al., 2022).

6.2 Discussão do estudo 2

No estudo 2, nossas hipóteses não se confirmaram, uma vez que a fadiga mental não alterou significativamente o desempenho na corrida (distância percorrida, velocidades máxima, média, mínima e percentuais da VAM, VMS e RVan), bem como não promoveu efeitos significativos na PSE. A música não teve efeito nestas variáveis. Ainda, ao compararmos as condições no estudo 2, o tempo de reação diminuiu ao longo da execução do teste. Contudo, a análise post hoc não detectou qual das condições promoveu tal diferença.

Diferentemente do estudo 1, no estudo 2 houve um incremento para 86 tentativas no número de estímulos durante o teste de Stroop. Assim, a duração média foi superior a 60 minutos, o que pode ter influenciado o decréscimo significativo no tempo de reação dos voluntários no estudo 2. Talvez ficar mais tempo executando o teste cognitivo possa ter

influenciado nesta resposta. Esse decréscimo no tempo de reação corrobora estudos anteriores (MARTIN et al., 2016), em que esta variável diminui ao longo de 30 minutos de teste de Stroop em ciclistas treinados. Os autores sustentaram seus achados inferindo que em atletas de *endurance* o controle inibitório superior é uma característica psicobiológica presente neste grupo, e por isso o decréscimo no tempo de reação (MARTIN et al., 2016). Os participantes do presente estudo não eram atletas. Assim, é possível que a longa duração do teste tenha desencadeado um efeito de desengajamento da tarefa, estimulando respostas mais rápidas em busca de acelerar o fim do teste.

Os dados do TLX apresentaram mais informações subjetivas em diferentes momentos e condições. No momento pré SIT (ou seja, após o teste de Stroop ou documentário), os participantes indicaram menor demanda mental, demanda física, demanda temporal, menor esforço físico e menor frustração quando comparados com o momento pós. Nossos resultados preliminares corroboram com outros achados (MARTIN et al., 2016; PAGEAUX et al., 2015), de estudos nos quais os participantes apresentaram menor demanda mental, temporal e esforço físico/mental na condição controle quando comparada à condição com teste de Stroop.

No estudo 2, a subescala esforço físico teve escores altos mesmo sem que qualquer esforço físico tenha sido feito. Mais uma vez, parece que os voluntários não compreenderam a diferença entre a exigência mental do teste de Stroop e a exigência física no ato de responder o nível de esforço físico dentro da TLX. Com a experiência do estudo 1, no estudo 2 houve cuidado adicional com a familiarização com a escala, reforçando a explicação item a item e conferido o entendimento do voluntário para toda a escala TLX.

De forma agregada, uma sessão de SIT afeta diferentes dimensões do indivíduo, conduzindo a diversas manifestações, independentemente da intervenção pré SIT. Ainda, o estudo 2 reforça a ideia de que a escala TLX pode obter informações sensíveis para os objetivos propostos, mas seu uso demanda maior cuidado na hora da apresentação e explicação da escala. Portanto, é provável que esta escala possa apresentar dados importantes (LE MANSEC et al., 2018; MARTIN et al., 2016).

No estudo 2 não houve diferença entre as condições experimentais quanto à PSE e ao desempenho físico. Além disso, ouvir músicas durante o desempenho na corrida não promoveu diferenças. Estes achados corroboram com os achados anteriores (PAGEAUX; LEPERS, 2018; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015), em que exercícios de corrida na máxima intensidade possível, a PSE não foi alterada pela exposição dos indivíduos a uma tarefa de esforço cognitiva.

Partindo de outro pronto de vista, a ausência de efeitos negativos da fadiga mental na PSE (promovendo PSE ainda maior) pode ser positivo. Como a PSE vem sendo associada como uma barreira para engajamento em programas de atividades físicas (MARCORA, 2016), o não aumento desse indicador de esforço físico acima do esperado pode ser uma abordagem inovadora na luta contra a expansão de estilos de vida sedentários (PAGEAUX, 2016) Assim, é possível inferir que um indivíduo mentalmente fadigado poderia se envolver um programa de EIAI. Contudo, mais dados precisam ser produzidos para sustentar tal inferência.

Adicionalmente, homens fisicamente ativos perceberam o SIT baseado em corrida como sendo mais prazeroso quando comparado a corrida contínua de intensidade moderada (BARTLETT et al., 2011), apesar dos valores mais elevados de PSE durante o SIT. Neste estudo, variáveis de prazer não foram coletadas. Contudo, a corrida é uma intervenção de exercício de baixo custo que não requer equipamento de exercício especializado (como no estudo 1). Portanto, o SIT pode ser uma estratégia eficaz para aumentar a participação em exercícios de longo prazo e melhorar a saúde.

Neste estudo os participantes ouviram suas músicas (autosselecionadas) desde o aquecimento até o final da sessão, de forma similar ao realizado na maioria dos estudos incluídos na revisão sistemática apresentada ao final da revisão de literatura deste documento. Algumas hipóteses além das já referidas no estudo 1 para esta ausência de efeitos podem ser levantadas. A primeira seria o fato de correr de forma máxima com um fone de ouvidos pode não ter sido confortável o suficiente para que o participante se concentrasse nas músicas e assim dissociar das respostas corporais internas. Como a ideia central e a orientação foi correr na maior intensidade possível até ouvir o sinal sonoro de término dos 15s, os participantes podem ter se concentrado apenas no desempenho máximo e bloqueado quaisquer outros estímulos.

Outro ponto seria a seleção das músicas. A orientação foi de montar uma *playlist* pessoal com músicas de tempo rápido, mas que fossem prazerosas (MARQUES; STAIBANO; FRANCHINI, 2022). Como isso não foi controlado a partir de uma escala (KARAGEORGHIS et al., 2006) ou pareada entre os voluntários, para ter similaridade quanto às questões culturais (KARAGEORGHIS; PRIEST, 2012a), as músicas podem ter sido irrelevantes durante a execução da corrida. Uma alternativa para estudos futuros seria estabelecer mais critérios para a seleção musical com base nos procedimentos dos estudos que controlaram essa variável com maior detalhamento.

Com relação às variáveis de desempenho, os achados do estudo 2 foram diferentes de estudos anteriores que conduziram intervenção com fadiga mental antes de um protocolo de exercícios de EIAI baseados em corrida (PENNA et al., 2018; SMITH; MARCORA; COUTTS,

2015; WEERAKKODY et al., 2021). Aqui cabe ressaltar alguns pontos que limitam nossa discussão com a literatura atual. Apesar de extensa busca, não foram encontrados estudos que manipularam um teste cognitivo pretensamente indutor de fadiga mental seguido de um protocolo de EIAI baseado em corrida. Considerando que a corrida é um meio simples de se exercitar e a população mundial está cada vez mais imersa nas suas atividades laborais (RICCI et al., 2017), além da crescente inatividade física (BLAFOSS et al., 2019; DE VRIES et al., 2017), mais grupos de pesquisa deveriam se preocupar em analisar esse cenário.

Os poucos estudos conduzidos foram com atletas. Assim, torna-se quase que inviável comparar jogadores de futebol (SMITH et al., 2016; SMITH; MARCORA; COUTTS, 2015) ou de handebol (PENNA et al., 2018) com jovens adultos fisicamente ativos em seus momentos de lazer. Para pessoas não atletas mentalmente cansadas, parece ser possível pular tão alto e correr tão rápido quanto de costume, pois quanto mais curta e máxima a tarefa, menor o impacto da fadiga mental (PAGEAUX; LEPERS, 2018).

Ainda com atletas, um estudo demonstrou que a fadiga mental não afetou negativamente o desempenho no teste de *yo-yo* (SCHÜCKER; MACMAHON, 2016). Aqui as diferenças metodológicas quando comparadas a outros estudos, sustentam tal achado. O teste de Stroop foi aplicado por apenas 10 minutos e o teste de *yo-yo* não era um protocolo de EIAI.

Por fim, é importante salientar que o SIT foi tido como um protocolo contra indicado para maioria da população fisicamente inativa principalmente por ser extenuante (HARDCASTLE et al., 2014), possivelmente diminuindo o engajamento em programas de EIAI. Contudo, se o estado de fadiga mental não impactou negativamente o desempenho, é factível acreditar que mais pessoas mentalmente fadigadas podem ter motivação suficiente para se envolver em uma sessão de SIT, aumentando a tolerância a esse tipo de exercício (GILLEN; GIBALA, 2014).

Os protocolos não conduziram os participantes a desempenhar o EIAI em diferentes percentuais relativos aos marcadores fisiológicos de intensidade (VAM, VMS e RVan). É possível especular que dada a similaridade no perfil físico e nível de treinamento, a VAM e a VMS dos voluntários deste estudo apresentaram valores similares, o que diminuiria a discrepância entre os mesmos com relação a RVan dado que esta variável é utilizada para melhor ajuste da intensidade do exercício para os diferentes indivíduos (JULIO et al., 2020). Por outro lado, ao observar as múltiplas comparações condição-momento da medida, a análise estatística para os dados da VMS e da RVan indicou uma possibilidade de diferença significante com valores de p próximos ao ponto de corte de $p < 0,05$ proposto para este estudo. Aqui é

possível inferir que mais voluntários a serem testados poderia confirmar ou refutar as hipóteses propostas.

Por fim, um ponto que vale destaque é o valor médio da primeira série na condição controle quando comparada às outras condições para a mesma série. Apesar de não ter sido confirmada uma diferença estatística significante, os valores médios da série 1 da condição controle foram sempre mais altos quando comparado às outras, com valores de tamanho de efeito mais altos. Provavelmente, esta primeira série na condição controle levou aos dados que indicaram possibilidade de diferença significante para as múltiplas comparações condição-momento da medida.

A música não produziu qualquer efeito ergogênico no desempenho na corrida. Mais uma vez, não foram encontrados estudos com protocolos de corrida que tenham manipulado fadiga mental pré EIAI com música como agente externo. O estudo conduzido por Lam et al. (2022) foi o que mais se aproximou da metodologia aplicada no estudo 2. Nove jovens adultos fisicamente ativos foram submetidos ao *yo-yo* teste após 30 min de teste de Stroop. A música foi tocada em uma caixa de som portátil durante toda a sessão de exercício. A distância percorrida no *yo-yo* foi moderadamente maior ao ouvir versus não ouvir música em estado de fadiga mental. Os autores afirmam que a música mitigou o efeito da fadiga mental nos participantes. Claramente, o protocolo de exercícios adotado não é um SIT e, conforme previamente reportado, a demanda neuromuscular energética máxima do SIT provavelmente não permitiria a que a música exercesse efeito ergogênico.

A música, para melhorar o desempenho em exercícios intenso baseia-se na premissa de que a percepção de esforço durante exercícios de alta intensidade pode ser diminuída com a mudança do foco de atenção, postergando a desistência do exercício (BISHOP; KARAGEORGHIS; LOIZOU, 2007; KARAGEORGHIS et al., 2006). Contudo, no SIT baseado em corrida com os participantes em estado de fadiga mental, esse efeito não se estabeleceu, não promovendo qualquer efeito no desempenho durante a corrida.

7 CONCLUSÕES

Para facilitar a leitura das conclusões do estudo, foram repetidos abaixo os objetivos e na sequência as conclusões relacionadas a cada um deles.

a) Verificar se 60 minutos realizando teste de Stroop induz a fadiga mental a partir de variáveis comportamentais e subjetivas

Após a execução do teste de Stroop (tarefa que pretensamente induziria fadiga mental) por 60 minutos, conclui-se que o estado da fadiga mental foi estabelecido, com manifestações subjetivas e comportamentais.

b) Analisar se a fadiga mental aumenta a percepção subjetiva de esforço durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida

A fadiga mental não aumentou a percepção subjetiva de esforço durante o exercício intermitente de alta intensidade e nem após a sessão de exercício intermitente de alta intensidade em ambos os modelos, sendo no cicloergômetro e na corrida.

c) Analisar se a fadiga mental diminui o desempenho físico durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida;

A fadiga mental não diminuiu o desempenho durante o exercício intermitente de alta intensidade em ambos os modelos, sendo no cicloergômetro e na corrida.

d) Analisar se a fadiga mental altera o percentual relativo à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida;

A fadiga mental não alterou os percentuais relativos à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida.

e) Verificar se a música atenua os efeitos deletérios da fadiga mental nas respostas psicológicas e de desempenho durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade no cicloergômetro e na corrida;

A música não alterou as respostas psicológicas e de desempenho durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade em ambos os modelos, sendo no cicloergômetro e na corrida.

f) Verificar se a música afeta o percentual relativo à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida.

A música não afetou os percentuais relativos à velocidade aeróbia máxima, à velocidade máxima de sprint e à reserva de velocidade anaeróbia durante uma sessão de exercício intermitente de alta intensidade na corrida.

REFERÊNCIAS

ANDREATO, L. V. et al. The influence of high-intensity interval training on anthropometric variables of adults with overweight or obesity: a systematic review and network meta-analysis. **Obesity Reviews**, 20, n. 1, p. 142-155, 2019.

ARNEY, B. E. et al. Comparison of RPE (Rating of Perceived Exertion) scales for session RPE. **International Journal of Sports and Physiology Performance**, 14, n. 7, p. 994-996, 2019.

ASTORINO, T. A.; SCHUBERT, M. M. Changes in fat oxidation in response to various regimes of high intensity interval training (HIIT). **European Journal of Applied Physiology**, 118, n. 1, p. 51-63, 2018.

ASTORINO, T. A.; THUM, J. S. Response: Commentary: Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. **Frontiers in Psychology**, 7, 2016.

ATAKAN, M. M. et al. Effects of high-intensity interval training (HIIT) and sprint interval training (SIT) on fat oxidation during exercise: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, 2022.

ATAN, T. Effect of music on anaerobic exercise performance. **Biology of Sport**, 30, n. 1, p. 35-39, 2013.

BADIN, O. O. et al. Mental Fatigue: impairment of technical performance in small-sided soccer games. **International Journal of Sports and Physiology Performance**, 11, n. 8, p. 1100-1105, 2016.

BALLMANN, C. G. et al. Effects of listening to preferred versus non-preferred music on repeated wingate anaerobic test performance. **Sports (Basel)**, 7, n. 8, 2019.

BALLMANN, C. G. et al. Effects of preferred vs. nonpreferred music on resistance exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 35, n. 6, 2018.

BANICH, M. T.; DEPUE, B. E. Recent advances in understanding neural systems that support inhibitory control. **Current Opinion in Behavioral Sciences**, 1, p. 17-22, 2015.

BARKER, L. M.; NUSSBAUM, M. A. The effects of fatigue on performance in simulated nursing work. **Ergonomics**, 54, n. 9, p. 815-829, 2011.

BARTLETT, J. D. et al. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. **Journal of Sports Sciences**, 29, n. 6, p. 547-553, 2011.

BARWOOD, M. J. et al. A motivational music and video intervention improves high-intensity exercise performance. **Journal of Sports Sciences and Medicine**, 8, n. 3, p. 435-442, 2009.

BATTERHAM, A.; HOPKINS, W. Making meaningful inferences about magnitudes. **International Journal of Sports and Physiology Performance**, 1, n. 1, p. 50-57, 2006.

BAUMAN, A. E. et al. Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? **Lancet**, 380, n. 9838, p. 258-271, 2012.

BIGLIASSI, M. Use the brain: complementary methods to analyse the effects of motivational music. **Frontiers in Human Neurosciences**, 9, p. 3, 2015.

BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. **Sports Medicine**, 31, n. 2, p. 75-90, 2001.

BILLAT, L. V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO2max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

BISHOP, D. T.; KARAGEORGHIS, C. I.; LOIZOU, G. A grounded theory of young tennis players use of music to manipulate emotional state. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, 29, n. 5, p. 584-607, 2007.

BLAFOSS, R. et al. Is fatigue after work a barrier for leisure-time physical activity? Cross-sectional study among 10,000 adults from the general working population. **Scandinavian Journal of Public Health**, 47, n. 3, p. 383-391, 2019.

BOKSEM, M. A.; TOPS, M. Mental fatigue: costs and benefits. **Brain Research Reviews**, 59, n. 1, p. 125-139, 2008.

BOKSEM, M. A. S.; MEIJMAN, T. F.; LORIST, M. M. Mental fatigue, motivation and action monitoring. **Biological Psychology**, 72, n. 2, p. 123-132, 2006. Article.

BORG, G. **Escala de Borg para a dor e o esforço Percebido**. São Paulo: Manole, 2000.

BOULLOSA, D. et al. Effects of short sprint interval training on aerobic and anaerobic indices: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Sciences in Sports**, 2022.

BRAY, S. R. et al. Cognitive task performance causes impaired maximum force production in human hand flexor muscles. **Biological Psychology**, 89, n. 1, p. 195-200, 2012.

BRAY, S. R. et al. Effects of self-regulatory strength depletion on muscular performance and EMG activation. **Psychophysiology**, 45, n. 2, p. 337-343, 2008.

BROOKS, K.; BROOKS, K. Difference in wingate power output in response to music as motivation. **Journal of Exercise Physiology Online**, 13, n. 6, 2010.

BROWNSBERGER, J. et al. Impact of mental fatigue on self-paced exercise. **International Journal of Sports Medicine**, 34, n. 12, p. 1029-1036, 2013.

BUCHHEIT, M. The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 22, n. 2, p. 365-374, 2008.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, 43, n. 5, p. 313-338, 2013.

BUDINI, F. et al. Effect of mental fatigue on induced tremor in human knee extensors. **Journal of Electromyografic Kinesiology**, 24, n. 3, p. 412-418, 2014.

BURGOMASTER, K. A. et al. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal of Applied Physiology**, 98, n. 6, p. 1985-1990, 2005.

CARTER, C. S. et al. Anterior cingulate cortex, error detection, and the online monitoring of performance. **Science**, 280, n. 5364, p. 747-749, 1998.

CHTOUROU, H. et al. The effects of music during warm-up on anaerobic performances of young sprinters. **Science & Sports**, 27, n. 6, p. e85-e88, 2012.

CLARKE, J.; JANSSEN, I. Sporadic and bouted physical activity and the metabolic syndrome in adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 46, n. 1, p. 76-83, 2014.

CLEMENTE, F. M. et al. Effects of mental fatigue in total running distance and tactical behavior during small-sided games: a systematic review with a meta-analysis in youth and young adult's soccer players. **Frontiers in Psychology**, 12, p. 656445, 2021.

CLEMENTE, F. M. et al. Can high-intensity interval training and small-sided games be effective for improving physical fitness after detraining? A parallel study design in youth male soccer players. **Peer Journal**, 10, p. e13514, 2022.

COOK, D. B. et al. Functional neuroimaging correlates of mental fatigue induced by cognition among chronic fatigue syndrome patients and controls. **Neuroimage**, 36, n. 1, p. 108-122, 2007.

COUTINHO, D. et al. Mental fatigue and spatial references impair soccer players' physical and tactical performances. **Frontiers in Psychology**, 8, 2017.

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

CUENCA-MARTÍNEZ, F. et al. Effects of high-intensity interval training (hiit) on patients with musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis with a meta-regression and mapping report. **Diagnostics (Basel)**, 12, n. 10, 2022.

DE OLIVEIRA TELES, G. et al. Acute effects of high-intensity interval training on diabetes mellitus: a systematic review. **International Journal of Environmental Research in Public Health**, 19, n. 12, 2022.

DE VRIES, J. D. et al. Disentangling longitudinal relations between physical activity, work-related fatigue, and task demands. **Intional Archives of Occupational Environment Health**, 89, n. 1, p. 89-101, 2016.

DE VRIES, J. D. et al. Exercise to reduce work-related fatigue among employees: a randomized controlled trial. **Scandinavian Journal of Work Environment Health**, 43, n. 4, p. 337-349, 2017.

DUNCAN, M. J. et al. Mental fatigue negatively influences manual dexterity and anticipation timing but not repeated high-intensity exercise performance in trained adults. **Research in Sports Medicine**, 23, n. 1, p. 1-13, 2015.

EKKEKAKIS, P.; HALL, E. E.; PETRUZZELLO, S. J. The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: To crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! **Annals of Behavioral Medicine**, 35, n. 2, p. 136-149, 2008.

ELIAKIM, M. et al. Effect of motivational music on lactate levels during recovery from intense exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 26, n. 1, p. 80-86, 2012.

ELIAKIM, M. et al. The effect of music during warm-up on consecutive anaerobic performance in elite adolescent volleyball players. **International Journal of Sports Medicine**, 28, n. 4, p. 321-325, 2007.

ENGEL, F. et al. Hormonal, metabolic, and cardiorespiratory responses of young and adult athletes to a single session of high-intensity cycle exercise. **Pediatric Exercise Sciences**, 26, n. 4, p. 485-494, 2014.

FOX, R. P. **Effect of listening to music during warmup on wingate anaerobic test performance**. 2016. (Master) - Western Michigan University.

FRANCHINI, E. Teste anaeróbio de Wingate: conceitos e aplicação. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, 1, n. 1, 2002.

FRANCO-ALVARENGA, P. E. et al. Psychophysiological responses of music on physical performance: a critical review. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 27, n. 2, p. 218-224, 2019.

FREDERICK, G. M. et al. Associations among sleep quality, sedentary behavior, physical activity, and feelings of energy and fatigue differ for male and female college students. **Fatigue-Biomedicine Health and Behavior**, 10, n. 1, p. 40-53, 2022. Article.

FREESE, E. C.; GIST, N. H.; CURETON, K. J. Physiological responses to an acute bout of sprint interval cycling. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 27, n. 10, p. 2768-2773, 2013.

GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GIBALA, M. et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **Journal of Physiology**, 590, n. 5, p. 1077-1084, 2012.

GIBALA, M.; MCGEE, S. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, 36, n. 2, p. 58-63, 2008.

GIBALA, M. J. Physiological basis of interval training for performance enhancement. **Experimental Physiology**, 106, n. 12, p. 2324-2327, 2021.

GIBALA, M. J.; GILLEN, J. B.; PERCIVAL, M. E. Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: influences of nutrition and sex. **Sports Medicine**, 44, p. S127-S137, 2014.

GIBALA, M. J.; LITTLE, J. P. Physiological basis of brief vigorous exercise to improve health. **Journal of Physiology**, 598, n. 1, p. 61-69, 2020.

GIBALA, M. J. et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. **Journal of Physiology**, 575, n. Pt 3, p. 901-911, 2006.

GIBALA, M. J.; MACINNIS, M. J. Physiological basis of brief, intense interval training to enhance maximal oxygen uptake: a mini-review. **American Journal of Physiology-Cell Physiology**, 323, n. 5, p. C1410-c1416, 2022.

GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, 39, n. 3, p. 409-412, 2014.

GLAISTER, M. Multiple sprint work : physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, 35, n. 9, p. 757-777, 2005.

GLAZER, N. L. et al. Sustained and shorter bouts of physical activity are related to cardiovascular health. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 45, n. 1, p. 109-115, 2013.

GRIPP, F. et al. A real-world high-intensity interval training protocol for cardiorespiratory fitness improvement. **Journal of Visualized Experiments**, n. 180, 2022.

GUO, W. et al. Effects of relaxing music on mental fatigue induced by a continuous performance task: behavioral and erps evidence. **PLoS One**, 10, n. 8, p. e0136446, 2015.

GUO, Z. et al. Effect of high-intensity interval training combined with fasting in the treatment of overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research in Public Health**, 19, n. 8, 2022.

HAGGER, M. S. et al. A multilab preregistered replication of the ego-depletion effect. **Perspectives on Psychological Science**, 11, n. 4, p. 546-573, 2016.

HAMBURG, J.; CLAIR, A. A. The effects of a movement with music program on measures of balance and gait speed in healthy older adults. **Journal of Music Therapy**, 40, n. 3, p. 212-226, 2003.

HARDCASTLE, S. J. et al. Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. **Frontiers in Psychology**, 5, 2014.

HART, S. G.; STAVELAND, L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. **Advances in psychology**, 52, p. 139-183, 1988.

HARWOOD, C.; PAIN, M. A.; ANDERSON, R. Pre-competition imagery and music: The impact on flow and performance in competitive soccer. **The Sport Psychologist**, 25, n. 2, p. 212-232, 2011.

HAZELL, T. J. et al. 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. **European Journal of Appled Physiology**, 110, n. 1, p. 153-160, 2010.

HEAD, J. R. et al. Cognitive fatigue influences time-on-task during bodyweight resistance training exercise. **Frontiers in Physiology**, 7, p. 373, 2016.

HERLAMBANG, M. B.; TAATGEN, N. A.; CNOSSEN, F. The role of motivation as a factor in mental fatigue. **Humand Factors**, 61, n. 7, p. 1171-1185, 2019.

HOLTZER, R. et al. Cognitive fatigue defined in the context of attention networks. **Aging, Neuropsychology, and Cognition**, 18, n. 1, p. 108-128, 2011. Article.

HOPSTAKEN, J. F. et al. The window of my eyes: Task disengagement and mental fatigue covary with pupil dynamics. **Biological Psychology**, 110, p. 100-106, 2015.

HUTCHINSON, J. C.; O'NEIL, B. J. Effects of respite music during recovery between bouts of intense exercise. **Sport, Exercise, and Performance Psychology**, 9, n. 1, p. 102, 2020.

HUTCHINSON, J. C. et al. The influence of asynchronous motivational music on a supramaximal exercise bout. **International Journal of Sport Psychology**, 42, n. 2, p. 135-148, 2011.

ISHII, A.; TANAKA, M.; WATANABE, Y. Neural mechanisms of mental fatigue. **Reviews in the Neurosciences**, 25, n. 4, p. 469-479, 2014. Article.

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

JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. Practical measurements for evaluation in physical education. 1969.

JONES, L.; KARAGEORGHIS, C. I.; EKKEKAKIS, P. Can high-intensity exercise be more pleasant?: attentional dissociation using music and video. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, 36, n. 5, p. 528-541, 2014.

JONES, L.; TILLER, N. B.; KARAGEORGHIS, C. I. Psychophysiological effects of music on acute recovery from high-intensity interval training. **Physiology Behavior**, 170, p. 106-114, 2017.

JULIO, U. F. et al. Use of the anaerobic speed reserve to normalize the prescription of high-intensity interval exercise intensity. **Europeand Journal of Sport Sciences**, 20, n. 2, p. 166-173, 2020.

JUNG, M. E.; LITTLE, J. P.; BATTERHAM, A. M. Commentary Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. **Frontiers in Psychology**, 6, 2016.

KARAGEORGHIS et al. Redesign and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise: the Brunel Music Rating Inventory-2. **Journal of Sports Sciences**, 24, n. 8, p. 899-909, 2006.

KARAGEORGHIS, C. I.; DREW, K. M.; TERRY, P. C. Effects of pretest stimulative and sedative music on grip strength. **Perceptual and Motor Skills**, 83, n. 3, p. 1347-1352, 1996. Article.

KARAGEORGHIS, C. I. et al. Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. **Psychology of Sport and Exercise**, 14, n. 4, p. 560-568, 2013.

KARAGEORGHIS, C. I. et al. When it hiits, you feel no pain: psychological and psychophysiological effects of respite–active music in high-intensity interval training. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, 43, n. 1, p. 41-52, 2021.

KARAGEORGHIS, C. I.; JONES, L.; LOW, D. C. Relationship between exercise heart rate and music tempo preference. **Research Quaterly of Exercise and Sport**, 77, n. 2, p. 240-250, 2006.

KARAGEORGHIS, C. I.; PRIEST, D. L. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). **International Review of Sport and Exercise Psychology**, 5, n. 1, p. 44-66, 2012a.

KARAGEORGHIS, C. I.; PRIEST, D. L. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). **International Review of Sport and Exercise Psychology**, 5, n. 1, p. 67-84, 2012b.

KARLOVIC, M.; JAKSIC, M.; BARIC, R. Effect of motivational music on psychological and physiological responses during high-intensity interval training. **International Journal of Sport Psychology**, 47, n. 6, p. 571-584, 2016.

KEATING, S. E. et al. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. **Obesity Reviews**, 18, n. 8, p. 943-964, 2017. Review.

KHALAFI, M.; SYMONDS, M. E. The impact of high-intensity interval training on inflammatory markers in metabolic disorders: A meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 30, n. 11, p. 2020-2036, 2020.

KILPATRICK, M. W.; GREELEY, S. J. Exertional responses to sprint interval training: a comparison of 30-sec. and 60-sec. conditions. **Psychological Reports**, 114, n. 3, p. 854-865, 2014.

KILPATRICK, M. W.; GREELEY, S. J.; COLLINS, L. H. The impact of continuous and interval cycle exercise on affect and enjoyment. **Research Quaterly of Exercise and Sport**, 86, n. 3, p. 244-251, 2015. Article.

KIMM, S. Y. et al. Self-perceived barriers to activity participation among sedentary adolescent girls. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 38, n. 3, p. 534-540, 2006.

KLAASSEN, E. B. et al. Cortisol and induced cognitive fatigue: effects on memory activation in healthy males. **Biological Psychology**, 94, n. 1, p. 167-174, 2013.

KORKIAKANGAS, E. E.; ALAHUHTA, M. A.; LAITINEN, J. H. Barriers to regular exercise among adults at high risk or diagnosed with type 2 diabetes: a systematic review. **Health Promotion International**, 24, n. 4, p. 416-427, 2009.

KOSCHAK, E. P. The influence of music on physical performance of women. **Completed Resarch in Health, Pshysical Education and recreation**, 19, n. 108, 1977.

KUNRATH, C. A. et al. Mental fatigue as a conditioner of the tactical and physical response in soccer players: A pilot study. **Human Movement**, 19, n. 3, p. 16-22, 2018.

KUNRATH, C. A. et al. How does mental fatigue affect soccer performance during small-sided games? A cognitive, tactical and physical approach. **Journal of Sports Sciences**, 38, n. 15, p. 1818-1828, 2020.

LAM, H. K. N.; MIDDLETON, H.; PHILLIPS, S. M. The effect of self-selected music on endurance running capacity and performance in a mentally fatigued state. **Journal of Human Sport and Exercise**, 17, n. 4, p. 894-908, 2022. Article.

LE MANSEC, Y. et al. Mental fatigue alters the speed and the accuracy of the ball in table tennis. **Journal of Sports Sciences**, 36, n. 23, p. 2751-2759, 2018.

LEE, K. A.; HICKS, G.; NINO-MURCIA, G. Validity and reliability of a scale to assess fatigue. **Psychiatry Research**, 36, n. 3, p. 291-298, 1991.

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

LEW, F. L.; QU, X. Effects of mental fatigue on biomechanics of slips. **Ergonomics**, 57, n. 12, p. 1927-1932, 2014.

LIMA-SILVA, A. E. et al. Listening to music in the first, but not the last 1.5 km of a 5-km running trial alters pacing strategy and improves performance. **International Journal of Sports Medicine**, 33, n. 10, p. 813-818, 2012.

LIN, J. H.; LU, F. J. Interactive effects of visual and auditory intervention on physical performance and perceived effort. **Journal of Sports Science and Medicine**, 12, n. 3, p. 388-393, 2013.

LOIZOU, G.; KARAGEORGHIS, C. I. Effects of psychological priming, video, and music on anaerobic exercise performance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 25, n. 6, p. 909-920, 2015.

LOPES-SILVA, J. P. et al. Influence of music on performance and psychophysiological responses during moderate-intensity exercise preceded by fatigue. **Physiology & Behavior**, 139, p. 274-280, 2015.

LORIST, M. M. Impact of top-down control during mental fatigue. **Brain Research**, 1232, p. 113-123, 2008. Article.

LUCACCINI, L. F.; KREIT, L. H. Music. *In*: MORGAN, W. P. (Ed.). **Ergogenic Aids and Muscular Performance**. New York: Academic Press, 1972. p. 240-245.

MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **Journal of Physiology**, 595, n. 9, p. 2915-2930, 2017.

MACMAHON, C. et al. Cognitive fatigue effects on physical performance during running. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, 36, n. 4, p. 375-381, 2014.

MADDIGAN, M. E. et al. High tempo music prolongs high intensity exercise. **Peer Journal**, 6, p. e6164, 2019.

MALTA, E. et al. Metabolic profile and performance responses during two consecutive sessions of sprint interval training. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, 34, n. 4, p. 1078-1085, 2018.

MARCORA, S. Can doping be a good thing? using psychoactive drugs to facilitate physical activity behaviour. **Sports Medicine**, 46, n. 1, p. 1-5, 2016.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? **Journal of Appled Physiology**, 109, n. 4, p. 763-770, 2010.

MARCORA, S. M.; STAIANO, W.; MANNING, V. Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of Appled Physiology**, 106, n. 3, p. 857-864, 2009.

MARQUES, M. et al. Positive affective and enjoyment responses to four high-intensity interval exercise protocols. **Perceptual and Motor Skills**, 127, n. 4, p. 742-765, 2020.

MARQUES, M.; STAIBANO, V.; FRANCHINI, E. Effects of self-selected or randomly selected music on performance and psychological responses during a sprint interval training session. **Science & Sports**, 37, n. 2, p. 139-149, 2022.

MARTIN, K. et al. Superior Inhibitory Control and Resistance to Mental Fatigue in Professional Road Cyclists. **PLoS One**, 11, n. 7, 2016.

MARTIN, K. et al. Mental fatigue does not affect maximal anaerobic exercise performance. **European Journal of Appled Physiology**, 115, n. 4, p. 715-725, 2015.

MARTLAND, R. et al. 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, n. 4, p. 430-469, 2020.

MCCORMICK, F. et al. Surgeon fatigue a prospective analysis of the incidence, risk, and intervals of predicted fatigue-related impairment in residents. **Archives of Surgery**, 147, n. 5, p. 430-435, 2012.

MCMORRIS, T. et al. Cognitive fatigue effects on physical performance: A systematic review and meta-analysis. **Physiology & Behavior**, 188, p. 103-107, 2018. Review.

METCALFE, R. S. et al. Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. **European Journal of Appled Physiology**, 112, n. 7, p. 2767-2775, 2012.

METCALFE, R. S. et al. Physiological and molecular responses to an acute bout of reduced-exertion high-intensity interval training (REHIT). **European Journal of Appled Physiology**, 115, n. 11, p. 2321-2334, 2015.

MOHAMMAD, G. et al. Influence of music type listening on anaerobic performance and salivary cortisol in males athletes. **Pedagogics, Psychology, Medical-Biological Problems of Physical Training and Sports**, n. 12, p. 162-167, 2012.

MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, 4, p. 1, 2015.

MONTEIRO, A. G. et al. Efeitos do andamento musical sobre a freqüência cardíaca em praticantes de ginástica aeróbica com diferentes níveis de aptidão cardiorrespiratória. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, 4, n. 2, p. 30-38, 2012.

MOREIRA, A. et al. Mental fatigue impairs technical performance and alters neuroendocrine and autonomic responses in elite young basketball players. **Physiology & Behavior**, 2018.

MOSSO, A. Fatigue (Translated by Drummond, M., Drummond, WB). **Swan Sonnenschein & Co, London**, 1906.

OLIVEIRA, B. et al. Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. **PLoS One**, 13, n. 6, p. e0197124, 2018.

OLIVEIRA-NUNES, S. G. et al. HIIT vs. SIT: what is the better to improve VO(2)max? a systematic review and meta-analysis. **International Journal of Environmental Research in Public Health**, 18, n. 24, 2021.

PAGEAUX, B. Perception of effort in exercise science: definition, measurement and perspectives. **European Journal of Sport Sciences**, 16, n. 8, p. 885-894, 2016.

PAGEAUX, B.; LEPERS, R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. *In*: SCIENCE, E. (Ed.). **Progress in Brain Research**. Amsterdam, Netherlands, 2018. v. 240, cap. C, p. 291-315.

PAGEAUX, B. et al. Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. **European Journal of Applied Physiology**, 114, n. 5, p. 1095-1105, 2014.

PAGEAUX, B.; MARCORA, S. M.; LEPERS, R. Prolonged mental exertion does not alter neuromuscular function of the knee extensors. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 45, n. 12, p. 2254-2264, 2013.

PAGEAUX, B. et al. Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. **Frontiers in Hum Neuroscience**, 9, p. 67, 2015.

PANISSA, V. L. et al. Influence of the aerobic fitness on time spent at high percentage of maximal oxygen uptake during a high-intensity intermittent running. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 54, n. 6, p. 708-714, 2014.

PANISSA, V. L. G. et al. Magnitude and duration of excess of post-exercise oxygen consumption between high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise: A systematic review. **Obesity Reviews**, 22, n. 1, p. e13099, 2021.

PARK, J. S. et al. Long working hours and subjective fatigue symptoms. **Industrial Health**, 39, n. 3, p. 250-254, 2001. Article.

PENNA, E. M. et al. Mental fatigue does not affect heart rate recovery but impairs performance in handball players. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 24, n. 5, p. 347-351, 2018. Article.

PERRI, M. G. et al. Adherence to exercise prescriptions: Effects of prescribing moderate versus higher levels of intensity and frequency. **Health Psychology**, 21, n. 5, p. 452-458, 2002.

PIRES, F. O. et al. Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. **Frontiers in Physiology**, 9, 2018.

PRIEST, D. L.; KARAGEORGHIS, C. I.; SHARP, N. C. C. The characteristics and effects of motivational music in exercise settings: the possible influence of gender, age, frequency of attendance, and time of attendance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, 44, n. 1, p. 77-86, 2004.

PROOST, M. et al. How to tackle mental fatigue: a systematic review of potential countermeasures and their underlying mechanisms. **Sports Medicine**, 52, n. 9, p. 2129-2158, 2022.

PUJOL, T. J.; LANGENFELD, M. E. Influence of music on wingate anaerobic test performance. **Perceptual and Motor Skills**, 88, n. 1, p. 292-296, 1999. Article.

RECH, C. et al. Perceived Barriers to Leisure-Time Physical Activity in the Brazilian Population. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, 24, n. 4, p. 303-309, 2018.

REJESKI, W. J. Perceived exertion - an active or passive process. **Journal of Sport Psychology**, 7, n. 4, p. 371-378, 1985.

RELJIC, D. et al. Prevalence and predictors of dropout from high-intensity interval training in sedentary individuals: A meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 29, n. 9, p. 1288-1304, 2019.

RENDI, M.; SZABO, A.; SZABO, T. Performance enhancement with music in rowing sprint. **The Sport Psychologist**, 22, n. 2, p. 175-182, 2008.

RICCI, J. A. et al. Fatigue in the US workforce: Prevalence and implications for lost productive work time. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, 49, n. 1, p. 1-10, 2007.

ROBERTSON-WILSON, J.; EYS, M.; HAZELL, T. J. Commentary: Why sprint interval training is inappropriate for a largely sedentary population. **Frontiers in Psychology**, 8, 2017.

RODRIGUES, N. S.; COELHO FILHO, C. A. d. A. Influência da audição musical na prática de exercícios físicos por pessoas adultas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 26, n. 1, p. 87-95, 2012.

ROSENBLAT, M. A.; GRANATA, C.; THOMAS, S. G. Effect of interval training on the factors influencing maximal oxygen consumption: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 2022.

SCHÜCKER, L.; MACMAHON, C. Working on a cognitive task does not influence performance in a physical fitness test. **Psychology of Sport and Exercise**, 25, p. 1-8, 2016.

SEQUEIRA, S.; CRUZ, C.; PINTO, D. Prevalence of barriers for physical activity in adults according to gender and socioeconomic status (vol 45, a18, 2011). **British Journal in Sports Medicine**, 46, n. 4, p. 298-298, 2012.

SHORTZ, A. E. et al. The effect of cognitive fatigue on prefrontal cortex correlates of neuromuscular fatigue in older women. **Journal of Neuroengineering and Rehabilitation**, 12, n. 115, p. 1-10, 2015.

SILVA-CAVALCANTE, M. D. et al. Mental fatigue does not alter performance or neuromuscular fatigue development during self-paced exercise in recreationally trained cyclists. **European Journal in Applied Physiology**, 118, n. 11, p. 2477-2487, 2018.

SILVA-JUNIOR, F. L. et al. Prior acute mental exertion in exercise and sport. **Clinical Practice in Epidemiology and Mental Health**, 12, p. 94-107, 2016.

SLOTH, M. et al. Effects of sprint interval training on VO2max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, 23, n. 6, p. E341-E352, 2013. Review.

SMITH, M. R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 48, n. 2, p. 267-276, 2016.

SMITH, M. R.; MARCORA, S. M.; COUTTS, A. J. Mental fatigue impairs intermittent running performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 47, n. 8, p. 1682-1690, 2015.

STEWART, A. et al. **International Standards for Anthropometric Assessment**. 3 ed. New Zealand: ISAK, 2011.

STORK, M. J. et al. A scoping review of the psychological responses to interval exercise: is interval exercise a viable alternative to traditional exercise? **Health Psychology Reviews**, 11, n. 4, p. 324-344, 2017. Review.

STORK, M. J.; GIBALA, M. J.; GINIS, K. A. M. Psychological and Behavioral Responses to Interval and Continuous Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 50, n. 10, p. 2110-2121, 2018.

STORK, M. J.; KARAGEORGHIS, C. I.; GINIS, K. A. M. Let's Go: Psychological, psychophysical, and physiological effects of music during sprint interval exercise. **Psychology of Sport and Exercise**, 45, 2019.

STORK, M. J. et al. Music enhances performance and perceived enjoyment of sprint interval exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 47, n. 5, p. 1052-1060, 2015.

STROOP, J. R. Studies of interference in serial verbal reactions. **Journal of Experimental Psychology: General**, 121, n. 1, p. 15, 1992.

SULTANA, R. N. et al. The effect of low-volume high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 49, n. 11, p. 1687-1721, 2019.

SUN, H. et al. Effects of mental fatigue on technical performance in soccer players: A systematic review with a meta-analysis. **Frontiers in Public Health**, 10, p. 922630, 2022.

TACCONELLI, E. Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care. **The Lancet Infectious Diseases**, 10, n. 4, p. 226, 2010.

TANAKA, M.; ISHII, A.; WATANABE, Y. Neural effects of mental fatigue caused by continuous attention load: A magnetoencephalography study. **Brain Research**, 1561, p. 60-66, 2014.

TANAKA, M. et al. Effect of mental fatigue on the central nervous system: an electroencephalography study. **Behavioral and Brain Functions**, 8, 2012.

TENENBAUM, G. et al. The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. **Psychology of Sport and Exercise**, 5, n. 2, p. 89-109, 2004.

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the physical-activity readiness questionnaire (PAR-Q). **Canadian Journal of Sport Science**, 17, n. 4, p. 338-345, 1992. Note.

TOWNSEND, L. K. et al. Modified sprint interval training protocols. Part II. Psychological responses. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, 42, n. 4, p. 347-353, 2017.

TRECROCI, A. et al. Mental fatigue impairs physical activity, technical and decision-making performance during small-sided games. **PLoS One**, 15, n. 9, p. e0238461, 2020.

TREJO, L. J. et al. EEG-based estimation and classification of mental fatigue. **Psychology**, 6, n. 05, p. 572, 2015.

TROST, S. G. et al. Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 34, n. 12, p. 1996-2001, 2002.

TSCHAKERT, G.; HOFMANN, P. High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. **International Journal of Sports and Physiology Performance**, 8, n. 6, p. 600-610, 2013.

UNGAR, L. et al. Color stroop and negative priming in schizophrenia: an fMRI study. **Psychiatry Research-Neuroimaging**, 181, n. 1, p. 24-29, 2010.

VAN CUTSEM, J. et al. The effects of mental fatigue on physical performance: a systematic review. **Sports Medicine**, 47, n. 8, p. 1569-1588, 2017.

VAN CUTSEM, J. et al. Effects of mental fatigue on endurance performance in the heat. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 49, n. 8, p. 1677-1687, 2017. Article.

VAN DER LINDEN, D.; FRESE, M.; MEIJMAN, T. F. Mental fatigue and the control of cognitive processes: effects on perseveration and planning. **Acta Psychologyca**, 113, n. 1, p. 45-65, 2003.

VAN DER LINDEN, D. et al. Disrupted sensorimotor gating due to mental fatigue: Preliminary evidence. **International Journal of Psychophysiology**, 62, n. 1, p. 168-174, 2006.

VAN LOOY, H. The Festivals. *In*: BERTELSMANN (Ed.). **Olympism in Antiquity**. Lausanne: Quai d'Ouchy: Musee Olympique Lausanne, 1993. p. 23-28.

VOLLAARD, N. B. J.; METCALFE, R. S.; WILLIAMS, S. Effect of number of sprints in an sit session on change in vo2max: a meta-analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 49, n. 6, p. 1147-1156, 2017.

VRIJKOTTE, S. et al. Mental fatigue and physical and cognitive performance during a two bout exercise test. **International Journal of Sports and Physiology Performance**, 13, n. 4, p. 510-516, 2018.

WANG, C. et al. Compensatory neural activity in response to cognitive fatigue. **Journal of Neuroscience**, 36, n. 14, p. 3919-3924, 2016. Article.

WEERAKKODY, N. S. et al. The effect of mental fatigue on the performance of Australian football specific skills amongst amateur athletes. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 24, n. 6, p. 592-596, 2021. Article.

WESTON, K. S.; WISLOFF, U.; COOMBES, J. S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, 48, n. 16, p. 1227-1234, 2014.

WEWEGE, M. et al. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, 18, n. 6, p. 635-646, 2017.

WHITE, D. K. et al. Do short spurts of physical activity benefit cardiovascular health? the cardia study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 47, n. 11, p. 2353-2358, 2015.

ZELT, J. G. et al. Reducing the volume of sprint interval training does not diminish maximal and submaximal performance gains in healthy men. **European Journal of Applied Physiology**, 114, n. 11, p. 2427-2436, 2014.

APÊNDICE

Apêndice A – Estudo publicado no periódico Perceptual and Motor Skills

Perceptual and Motor Skills
0(0) 1–24
© The Author(s) 2020
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/0031512520918748
journals.sagepub.com/home/pms
SAGE

Positive Affective and Enjoyment Responses to Four High-Intensity Interval Exercise Protocols

Marcelo Marques[1], Elaine Alves[2], Nayana Henrique[1] and Emerson Franchini[1]

Abstract

Several variables can be manipulated to compose high-intensity interval exercise (HIIE) protocols, and these different combinations may evoke different psychological responses (affect, enjoyment, mood, and perceived exertion). This study investigated psychological responses during four HIIE protocols. Following anthropometric measurements and two maximal exercise tests, 23 physically inactive adults (11 males [$M_{age} = 25.6$, $SD = 4.8$ years; $M_{body\ mass} = 68.5$, $SD = 12.2$ kg; $M_{height} = 1.72$, $SD = 0.08$ m] and 12 females [$M_{age} = 25.0$, $SD = 3.5$ years; $M_{body\ mass} = 57.2$, $SD = 8.7$ kg; $M_{height} = 1.59$, $SD = 0.06$ m]) performed four different types of HIIE on different days: (a) Long-interval HIIE ($HIIE_L$—10 × 60 seconds:60 seconds), (b) Short-interval HIIE ($HIIE_S$—2 blocks of 10 × 30 seconds:30 seconds with 120 seconds between blocks), (c) Repeated Sprint Training (19 × 6 seconds all out:40 seconds), and (d) Sprint Interval Training (4 × 30 seconds all-out efforts: 240 seconds). We used a final session to assess participants' HIIE preference. We recorded participant reports of affect, mood, and perceived exertion throughout protocols, and we recorded enjoyment after exercise session. Perceived exertion

[1]Department of Sport, School of Physical Education and Sport, University of São Paulo
[2]Department of Human Movement Pedagogy, School of Physical Education and Sport, University of São Paulo

Corresponding Author:
Marcelo Marques, School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, 65 Professor Mello de Moraes St, São Paulo, SP 05508-030, Brazil.
Email: marcelomarques@usp.br

significantly increased across all HIIE protocols ($p < .001$), with higher values in the first quartile during Sprint Interval Training versus $HIIE_L$ ($p = .033$). Affective response presented higher values pre-exercise and at the first quartile compared with all other moments ($p < .001$). Tension ($p < .001$) and depression ($p = .013$) decreased from pre- to post-exercise in all experimental conditions. At pre-exercise, female participants were tenser than males ($p = .018$), though males presented higher pre-exercise vigor scores than females ($p = .023$). Vigor increased over time for females ($p = .022$). Enjoyment did not vary between sexes or protocols. Participants expressed a higher preference for Repeated Sprint Training. HIIE protocols promoted positive psychological responses for physically inactive young adults, and exercise designs may modulate psychological responses.

Keywords
mood, exertion, preference, intermittent effort, affect

Imagem 1 – Resumo do estudo publicado no periódico Perceptual and Motor Skills

Apêndice B – Estudo publicado no periódico Science & Sport

ORIGINAL ARTICLE

Effects of self-selected or randomly selected music on performance and psychological responses during a sprint interval training session

Effets de la musique auto-selectionnée ou selectionnée aléatoirement sur la performance et les réponses psychologiques lors d'une séance d'entraînement par sprint en intervalle

M. Marques*, V. Staibano, E. Franchini

Department of Sport, School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, 65, Prof. Mello de Moraes St, SP 05508-030 São Paulo, Brazil

Received 6 August 2020; accepted 11 February 2021

KEYWORDS
Power output;
Perceived exertion;
Enjoyment;
Attentional focus;
High-intensity intermittent exercise

Summary
Objective. – The purpose of this study was to analyze the effects of self-selected and randomly selected music on perceptual and performance responses during a sprint interval training (SIT) session.
Equipment and Methods. – 16 physically active males (*M* age = 27.0, *SD* = 3.9 years; *M* body mass = 78.1, *SD* = 9.6 kg; *M* height = 1.77, *SD* = 0.05 meters) performed a low-volume SIT session composed by 8 × 15s all-out bouts against a fixed load of 9% of body mass interspersed by 120s of passive recovery under three conditions: self-selected music (high-tempo subject's favorite music), randomly selected music (playlist from an online streaming music platform) and no-music. Affective responses, perceived exertion, and power output were measured throughout the protocols. Enjoyment and attentional focus were measured after the exercise sessions.
Results. – Perceived exertion and affective responses did not differ between conditions; however, a main effect of time was detected for both variables, with perceived exertion increasing throughout protocols and affective responses decreasing ($P < 0.001$; for all comparisons). Attentional focus during recovery differed between conditions, with lower values in no-music (39 ± 26 a.u.) when compared to self-selected (65 ± 29 a.u.; $P = 0.016$) and randomly selected (63 ± 24 a.u.; $P = 0.049$). Power output measures did not differ between conditions, however, a main effect of time was observed for all measures ($P < 0.001$). Enjoyment was not affected by conditions and no interactions were detected for any of the measurements ($P > 0.05$ for all comparisons).
Conclusion. – Music does not seem to promote effects on performance, perceived exertion, affective responses and enjoyment during an SIT session, however, listen to music during the recovery moments can improve the recovery status immediately before the next bout.
© 2021 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

* Corresponding author.
E-mail address: marcelomarques@usp.br (M. Marques).

https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.02.006
0765-1597/© 2021 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Please cite this article as: M. Marques, V. Staibano and E. Franchini, Effects of self-selected or randomly selected music on performance and psychological responses during a sprint interval training session, Sci sports, https://doi.org/10.1016/j.scispo.2021.02.006

Imagem 2 – Resumo do estudo publicado no periódico Science & Sport

Apêndice C – Imagens da Coleta Estudo 1

Imagem 3 – Atividade cognitiva pré Exercício Intermitente de Alta Intensidade no estudo 1

Imagem 4 – Exercício Intermitente de Alta Intensidade no estudo 1

Apêndice D – Imagens da Coleta Estudo 2

Imagem 5 – Atividade cognitiva pré Exercício Intermitente de Alta Intensidade (imagem da esquerda) e teste de velocidade aeróbia máxima (imagem da direita) no estudo 2