

**Universidade Federal do Maranhão
Agência de Inovação, Empreendedorismo, Pesquisa,
Pós-Graduação e Internacionalização
Programa de Pós-Graduação em Educação Física
Mestrado Acadêmico**

PPGEF

**Programa de Pós-Graduação
em Educação Física - UFMA**

**COMPARAÇÃO DO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE COM EXERCÍCIO
MODERADO NA ATENÇÃO CONCENTRADA DE
ADULTOS JOVENS.**

Lurdilene dos Santos Pinheiro

**São Luís
2023**

LURDILENE DOS SANTOS PINHEIRO

COMPARAÇÃO DO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE COM EXERCÍCIO
MODERADO NA ATENÇÃO CONCENTRADA DE ADULTOS
JOVENS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em
Educação Física.

Área de Concentração: Biodinâmica do movimento humano

Linha de Pesquisa: Análise do desempenho humano e esportivo

Orientador: Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Pinheiro, Lurdilene dos Santos.

COMPARAÇÃO DO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE
COM EXERCÍCIO MODERADO NA ATENÇÃO CONCENTRADA DE ADULTOS
JOVENS / Lurdilene dos Santos Pinheiro. - 2023.

37 f.

Orientador(a): Thiago Teixeira Mendes.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Educação Física/ccbs, Universidade Federal do Maranhão,
Santa Helena, 2023.

1. Atividade física. 2. Cognição. 3. Intensidade. I.
Mendes, Thiago Teixeira. II. Título.

LURDILENE DOS SANTOS PINHEIRO

COMPARAÇÃO DO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE COM EXERCÍCIO
MODERADO NA ATENÇÃO CONCENTRADA DE ADULTOS
JOVENS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Maranhão para obtenção do título de Mestre(a) em Educação Física.

A Banca Examinadora de Defesa da Dissertação de Mestrado apresentada em sessão pública, considerou o candidato aprovado em: 28/04/2023.

Prof. Dr. Thiago Teixeira Mendes (Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Educação Física- UFMA

Prof. Dr^a Marcela Rodrigues de Castro (Examinador-Externo)
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Victor Hugo de Freitas (Examinador-Externo)
Universidade Federal da Bahia

Prof. Dr. Christian Emmanuel Torres Cabido (Examinador)
Universidade Federal do Maranhão

São Luís

2023

Este trabalho foi realizado no Núcleo de Estudos e Pesquisa em Atividade Física (NEPAF), vinculado ao Centro de Ciências Humanas, Naturais, Saúde e Tecnologia (CCHNST/UFMA-PINHEIRO) da Universidade Federal do Maranhão, na vigência dos auxílios concedidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA UNIVERSAL 01339-18), e pelo Laboratório de Fisiologia do Exercício e Saúde (LAFES) da Universidade Federal da Bahia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus por ter me dado força e determinação para finalizar este estudo.

Aos meus queridos pais, José Ribamar e Maria Raimunda, pelo amor, incentivo e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida. Obrigado pela educação, dedicação, investimento e confiança. As minhas irmãs, irmãos e demais familiares agradeço o afeto, carinho, orações e cada palavra de incentivo, minha eterna gratidão.

As minhas amigas, Rosane Amorim e Thais Marcelle, pelo companheirismo, motivação e ajuda nas coletas desta pesquisa e ao seu Gersy Conde pela ajuda nas impressões para este estudo. Também agradeço a Daiane Pereira, por sempre me incentivar e ajudar nas horas que solicitei, muito obrigada.

Ao meu querido orientador Doutor Thiago Teixeira Mendes, por ser um exemplo de profissional, por sempre acreditar no meu potencial, pela sua disponibilidade, instruções, paciência, respeito e dedicação nas orientações.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação Física e professores do programa que me instruíram até o momento para concretização deste projeto.

Finalmente, não menos importante, aos voluntários que se disponibilizaram a participar deste estudo e ao Laboratório de Fisiologia do Exercício, Medidas e Avaliação da UFMA – campus Pinheiro, em nome do Coordenador Carlos José Moraes Dias que disponibilizou o laboratório para as coletas.

Muito obrigada!

RESUMO

Introdução: Atenção concentrada é caracterizada pela capacidade do ser humano em, mesmo com todos os estímulos do ambiente, manter-se focado de acordo com o seu objetivo. Uma maneira de aumentar a atenção concentrada é com realização de exercício físico. Entretanto, a intensidade do exercício é vista como um parâmetro importante que pode modular os efeitos induzidos na atenção. **Objetivo:** foi investigar e comparar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade (HIIT) com o exercício moderado (EM) na atenção concentrada de adultos jovens. **Materiais e métodos:** Participaram 17 adultos jovens ($28,6 \pm 4,84$ anos, $68,8 \pm 9,23$ kg, $164,2 \pm 8,90$ cm, $27,0 \pm 2,8$ kg/m²) fisicamente ativos ($44,87 \pm 5,90$ mL/kg/min). Os participantes foram submetidos inicialmente a uma situação de familiarização, e três situações experimentais: situação controle (CON), EM e HIIT (realizadas em ordem aleatória) para medida da atenção concentrada antes e após cada intervenção. Na primeira visita, foram realizadas as medidas das variáveis antropométricas, determinação do consumo máximo de oxigênio e familiarização com a situação experimental. Na segunda, terceira e quarta visita, os participantes realizaram as situações experimentais (CON, EM ou HIIT) com intervalo de 7 dias entre cada situação. Nas situações experimentais a atenção concentrada foi avaliada antes e após cada situação experimental pelo teste de atenção concentrada de *Toulouse-Piéron*. Além disso, a motivação foi verificada antes de cada situação para controle experimental. Análise estatística: Foi verificada a normalidade da distribuição dos dados (Shapiro Wilk) e a homocedasticidade (Levene). Após confirmação da distribuição normal das variáveis foi utilizado a Anova *two way* com medidas repetidas e *post hoc de Bonferroni t-test* quando necessário. Também foi analisado o fator motivação pelo teste de Friedman. Todos os resultados das variáveis paramétricas foram apresentados com média \pm desvio padrão, as variáveis não paramétricas estão apresentadas como mediana e intervalo interquartil (Q1 – Q3) e adotamos nível de significância $p < 0,05$. **Resultados:** Na variável rapidez houve diferença significativa entre os momentos HIIT pré ($166,4 \pm 42,1$ pontos (pts)) e HIIT pós ($185,2 \pm 38,7$ pts), com melhora de 11,30%. Houve também diferença entre HIIT pós e CON pós ($185,2 \pm 38,7$ vs. $164,6 \pm 37,4$ pts, $p < 0,05$), entretanto, não houve diferença significativa entre as situações HIIT pós e EM pós ($185,2 \pm 38,7$ vs. $181,4 \pm 42,9$ pts, $p > 0,05$). Na situação EM teve diferença entres momentos pré e pós-exercício ($161,3 \pm 42,1$ vs. $181,4 \pm 42,9$ pts), com aumento de 12,3%. Em relação a variável qualidade a análise de post hoc mostrou diferenças entre os momentos HIIT pré ($64,8 \pm 41,4$ pts) e HIIT pós ($45,9 \pm 38,2$ pts), com melhora de 29,2%. Além disso, houve diferença significativa entre HIIT pós e CON pós ($45,9 \pm 38,2$ vs. $66,3 \pm 37,1$ pts), mas não houve diferença significativa entre as situações HIIT pós e EM pós ($45,9 \pm 38,2$ vs $49,4 \pm 42,7$ pts, $p > 0,05$). Na situação EM teve diferença entres os momentos pré e pós- exercício ($72,0 \pm 38,7$ vs. $49,4 \pm 42,7$ pts), demonstrando uma redução de 31,3 %. **Conclusão:** Ambos exercícios, HIIT e EM foram capazes de melhorar a atenção concentrada.

Palavras-chave: Atividade física. Intensidade. Cognição.

ABSTRACT

Introduction: concentrated attention is characterized by the ability of human beings to remain focused in accordance with their objective even with all the stimuli in the environment. One way to increase focused attention is with physical exercise. However, exercise intensity is seen as an important parameter that can modulate the induced effects on attention. **Purpose:** to investigate and compare the effect of a session of high-intensity interval exercise (HIIT) with moderate exercise (ME) on the focused attention of young adults. **Materials and methods:** 17 physically active young adults (28.6 ± 4.84 years, 68.8 ± 9.23 kg, 164.2 ± 8.90 cm, $27,0 \pm 2,8$ kg/m²) (44.87 ± 5.90 mL/kg/min). The participants were initially submitted to a familiarization situation, and three experimental situations: control situation (CON), EM and HIIT (performed in random order) to measure the concentrated attention before and after each intervention. On the first visit, measurements of anthropometric variables, determination of maximum oxygen consumption and familiarization with the experimental situation were performed. On the second, third and fourth visit, the participants performed the experimental situations (CON, EM or HIIT) with an interval of 7 days between each situation. In the experimental situations, concentrated attention was evaluated before and after each experimental situation using the Toulouse-Piéron concentrated attention test. In addition, motivation was checked before each situation for experimental control. **Statistical analysis:** The normality of data distribution (Shapiro Wilk) and homoscedasticity (Levene) were verified. After confirming the normal distribution of variables, two-way Anova with repeated measures and post hoc Bonferroni t-test were used when necessary. The motivation factor was also analyzed using the Friedman test. All results of parametric variables were presented as mean \pm standard deviation, non-parametric variables are presented as median and interquartile range (Q1 – Q3) and we adopted a significance level of $p < 0.05$. **Results:** In the speed variable, there was a significant difference between pre-HIIT (166.4 ± 42.1 points (pts)) and post-HIIT (185.2 ± 38.7 pts), with an improvement of 11.30%. There was also a difference between post HIIT and post CON (185.2 ± 38.7 vs. 164.6 ± 37.4 pts, $p < 0.05$), however, there was no significant difference between post HIIT and post EM situations (185.2 ± 38.7 vs. 181.4 ± 42.9 pts, $p > 0.05$). In the EM situation, there was a difference between pre and post-exercise moments (161.3 ± 42.1 vs. 181.4 ± 42.9 pts), with an increase of 12.3%. Regarding the quality variable, the post hoc analysis showed differences between pre-HIIT (64.8 ± 41.4 pts) and post-HIIT (45.9 ± 38.2 pts) moments, with an improvement of 29.2%. In addition, there was a significant difference between post HIIT and post CON (45.9 ± 38.2 vs. 66.3 ± 37.1 pts), but there was no significant difference between post HIIT and post EM situations (45.9 ± 38.2 vs. 49.4 ± 42.7 pts, $p > 0.05$). In the EM situation, there was a difference between the pre- and post-exercise moments (72.0 ± 38.7 vs. 49.4 ± 42.7 pts), demonstrating a reduction of 31.3%. **Conclusion:** Both HIIT and EM exercises were able to improve concentrated attention.

Keywords: Physical activity. Intensity. Cognition

LISTA DE TABELA E FIGURAS

Figura 1: Delineamento experimental	18
Figura 2: Esquema ilustrativo das situações experimentais.....	20
Tabela 1: Dados antropométricos e capacidade cardiorrespiratória	23
Figura 3: Resultado da variável rapidez.....	24
Figura 4: Resultado da variável qualidade.....	25
Figura 5: Escala Visual Analógica de Motivação.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSM -American College of Sports Medicine
BDNF - *Brain-derived neurotrophic fator*
bpm - batimentos por minutos
cm - centímetros
CON - Controle
EM- Exercício contínuo moderado
FC- Frequência Cardíaca
FC_{máx}-Frequência cardíaca máxima
FC_{reserva}- Frequência cardíaca de reserva
HIIT- Exercício intervalado de alta intensidade
IMC – índice de massa corporal
kg - Quilograma
kJ - Quilojoules
min - minutos
mL - Mililitros
mm - milímetros
PAR-Q- Questionário de prontidão para a atividade física
PPO - Potência de pico
PSE - Escala de percepção subjetiva de esforço
pts - Pontos
TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
u.a - Unidades arbitrárias
VAS-M - Escala visual analógica de Motivação
VO_{2máx}- Consumo máximo de oxigênio
vVO_{2máx}-Velocidade correspondente ao VO_{2máx}
VO_{2pico}- Consumo máximo de oxigênio de pico
VO₂ – Consumo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVO.....	14
3 HIPÓTESE	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1 Amostra e aspectos éticos	16
4.1.1 Cálculo do tamanho da amostra	16
4.2 Critérios de inclusão.....	16
4.3 Critérios de exclusão.....	17
4.4 Delineamento Experimental	17
4.5 Procedimentos Experimentais.....	18
4.5.1 Antropometria.....	18
4.5.2 Teste de VO ₂ máx	18
4.5.3 Situações experimentais	19
4.5.4 Teste de atenção	21
4.5.5 Escala de motivação	21
4.6 Análise Estatística	22
5 RESULTADOS	23
5.1 Dados antropométricos e capacidade cardiorrespiratória dos participantes ...	23
5.2 Atenção concentrada	23
5.3 Escala de motivação	25
6 DISCUSSÃO	26
7 CONCLUSÃO.....	29
8 REFERÊNCIAS.....	30
9 ANEXO	36

1 INTRODUÇÃO

Atualmente várias evidências sugerem que o exercício físico pode melhorar a função cognitiva (CHANG et al., 2012; VERBURGH et al., 2014), sendo que até mesmo uma única sessão de exercício aeróbio, como corrida ou ciclismo, é benéfica para atividade neurocognitiva em crianças, adultos e idosos (CHANG et al., 2012; VERBURGH et al., 2014; LAMBOURNE; AUDIFFREN; TOMPOROUSKI, 2010; MCMORRIS; HALE, 2012; ROIG et al., 2013; WHEELER et al., 2020). Tais resultados, relatam melhoras no desempenho cognitivo, como, atenção (VERBURGH et al., 2014), inibição e supressão de interferências (VERBURGH et al., 2014; CHANG et al., 2012), tempo de reação (MCMORRIS; HALE, 2012; MCMORRIS et al., 2011) e memória de curto prazo (ROIG et al., 2013). Entende-se como cognição as fases do processamento de informação, como atenção, percepção, vigilância, memória, raciocínio, solução de problemas, aprendizagem e funcionamento psicomotor (tempo de reação, movimento e velocidade de desempenho) (ANTUNES et al., 2006).

Logo, uma das funções cognitivas que está sendo amplamente associada ao efeito benéfico do exercício físico, é a atenção, que é definida como o processo cognitivo relacionado à capacidade de focar em um objeto ou tarefa, sendo fundamental para a seleção e retenção de estímulos e informações que influenciam a maioria dos seres humanos, das atividades mais simples às complexas (CAMBRAIA, 2003). Dentre os tipos de atenção, temos a atenção concentrada que é caracterizada pela capacidade do ser humano em, mesmo com todos os estímulos do ambiente, manter-se focado de acordo com o seu objetivo (BOCCALANDRO, 2003; NORONHA et al., 2006). Vale salientar que este ambiente pode ser qualquer lugar que o indivíduo esteja – em casa, na escola, no bar com os amigos, no trabalho realizando uma atividade, na praça lendo um livro ou na rua dirigindo um transporte ou até mesmo na travessia a pé.

Dessa forma, melhorias na atenção concentrada poderiam otimizar e tornar mais eficiente o processamento de informação, uma vez que, a atenção exerce uma função muito importante na capacidade de retenção de informações relevantes, pois é através dela, associada aos processos de controle, que guardamos informações na memória de longa duração (STERNBERG, 2000;

LADEWIG, 2000). Além disso, a capacidade de seleção e retenção de informações relevantes à atividade que estamos realizando, é aperfeiçoada podendo assim influenciar no desempenho escolar, acadêmico, profissional, nas atividades de trânsitos, domésticos ou no ambiente de trabalho (BAPTISTA et al., 2007; LIMA, 2010; FERREIRA; TABAQUIM, 2017).

Assim, a fim de aumentar a atenção concentrada, o exercício físico aeróbio pode ser uma estratégia eficiente para preservar a saúde do cérebro, desde condições normais ou de doença, demonstrando assim, um forte aliado contra o declínio cognitivo e doenças neurodegenerativas (MEEUSEN, 2005; COTMAN, BERCHTOLD, 2007; RUMÃO, 2022).

Desse modo, ao analisar as pesquisas sobre o efeito agudo do exercício físico aeróbio na atenção concentrada, os trabalhos encontrados até o momento relatam aumento decorrente de exercícios realizados em intensidades moderada como: o estudo de Ferreira et al. (2017) mostrou melhora após uma sessão de exercício multimodal (alongamento, exercício de força, equilíbrio e coordenação e caminhada) em escala subjetiva de esforço 4 (PSE 0-10) em adultos jovens. Outros estudos, como o de Dos Santos Pinheiro et al. (2022) e o Quadros Junior (2008) observaram que uma sessão de dança a 63,8% ou 68% frequência cardíaca máxima ($FC_{máx}$) foi capaz de induzir aumento na atenção concentrada de idosos.

Embora tenha algumas evidências apoiando os benefícios do exercício aeróbio moderado na atenção concentrada, poucos estudos examinaram como a atenção concentrada é afetada pelo HIIT (exercício intervalado de alta intensidade). Define-se como HIIT estímulos de alta intensidade, curtos e repetidos de exercícios, separados por períodos de descanso (ASTORINO; SCHUBERT, 2018 ; KEATING et al., 2017). A intensidade de episódios repetidos de HIIT está acima do limiar de lactato ou acima 85% da velocidade máxima, 90% da $FC_{máx}$ ou acima de 15 pontos na escala subjetiva de esforço, separados por períodos de recuperação passiva ou ativa (30-50% da velocidade máxima ou $FC_{máx}$) (ASTORINO; SCHUBERT, 2018 ; KEATING et al., 2017; BUCHHEIT et al., 2013; BORG, 1982).

A maioria dos trabalhos com intervenção com HIIT estão relacionados a outros tipos de atenção, como o Walsh et al. (2018) que demonstraram que realizar o HIIT a 73% da $FC_{reserva}$ melhorou a atenção seletiva de adultos jovens

ou de Tsukamoto et al. (2016) que constatou que uma sessão de HIIT a 90% $VO_{2\text{pico}}$ aumentou significativamente a atenção seletiva de adultos jovens. Além disso, consistente com esses achados alguns estudos apontam que HIIT diminui significativamente o tempo de reação e aumenta a velocidade de processamento (KHANDEKAR et al., 2022; NASROLLAHI et al., 2022).

Considerando que o HIIT e EM poderiam trazer benefícios para a atenção (DOS SANTOS PINHEIRO et al., 2022; WALSH et al., 2018;). Ainda há uma carência de estudos, especialmente pesquisas investigando qual intensidade é mais eficiente para melhorar a atenção concentrada em adultos jovens. Os poucos trabalhos encontrados até o momento foram com intervenção de intensidade moderada e em outras populações, como o estudo de estudo de Ferreira et al. (2017), Dos Santos Pinheiro et al. (2022) e o Quadros Junior (2008). Contudo, EM geralmente exigem um maior comprometimento de tempo, o que é, entre outros fatores, conhecido por ser uma das principais barreiras percebidas que impedem indivíduos mais jovens (por exemplo, jovens sedentários) (HERAZO-BELTRÁN et al., 2017) de realizar exercícios físicos, embora exista a possibilidade de que a “falta de tempo” seja tanto uma desculpa quanto uma barreira que impeça o indivíduo de praticar atividade física. Diante disso, o HIIT poderia ser uma estratégia mais atrativa e prazerosa (THUM et al., 2017; OLIVEIRA, 2018), pois são exercícios físicos de curta duração e dinâmicos e a falta de motivação (RECH et al., 2018) e tempo tem sido um fator associado a inatividade física (HERAZO-BELTRÁN et al., 2017; RECH et al., 2018), dando outra alternativa para aqueles que não gostam de exercícios monótonos e alegam tem pouco tempo para prática de exercícios típicos de longa duração.

Portanto, o objetivo deste estudo foi investigar e comparar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade com o exercício moderado na atenção concentrada de adultos jovens.

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo foi investigar e comparar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade com o exercício moderado na atenção concentrada de adultos jovens.

3 HIPÓTESE

Uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade e exercício moderado melhoram a atenção concentrada e não há diferença entre eles.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Amostra e aspectos éticos

Participaram do estudo 17 adultos jovens (10 homens e 7 mulheres) com idade entre 20 e 38 anos, fisicamente ativos, todos os dados antropométricos, como idade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC) e consumo máximo de oxigênio ($VO_{2Máx}$) estão apresentados na Tabela 1. O convite para participação no presente estudo foi realizado via redes sociais (WhatsApp, Instagram e Facebook). Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão (Parecer 51622821.4.0000.5086). Os participantes foram informados verbalmente pela pesquisadora, sobre todos os procedimentos de coleta de dados a que foram submetidos, assim como seus objetivos e, mediante afirmação positiva para a participação no estudo, foi assinado pelos participantes o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

4.1.1 Cálculo do tamanho da amostra

O cálculo amostral foi realizado através do software GPower (versão 3.1.9.2). Para calcular o tamanho da amostra foram considerados: ANOVA (*Repeated measures, within-between factors*) com 3 grupos experimentais e 2 medidas (situação experimental vs. momento), erro alfa de 0,05 e poder de 0,80. Foi inserida uma correlação entre as medidas repetidas de 0,5 tamanho do efeito de 0,70 e uma correção de não esfericidade de 1, indicando que dezessete participantes foram adequados para alcançar o poder estatístico acima mencionado.

4.2 Critérios de inclusão

Adultos jovens entre 20 e 38 anos de idade, fisicamente ativos, com experiência em corrida em campo e esteira ergométrica, aptos de acordo com o questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) e ainda apresentaram baixo risco de acordo com o questionário de estratificação de risco do *American College of Sports Medicine* (ACSM) (2014). Além disso, possuíam boa acuidade visual (com ou sem auxílio de óculos de grau).

4.3 Critérios de exclusão

Foram excluídos os indivíduos que não completarem todas as visitas e/ou apresentarem algum tipo de lesão ou enfermidade que impossibilitou a continuidade dos experimentos. Foi excluído um participante.

4.4 Delineamento Experimental

Para investigar e comparar o efeito do HIIT e EM na atenção concentrada de adultos jovens foi utilizado um desenho experimental *crossover*, composta por três diferentes situações experimentais: CON, HIIT, e EM. Cada participante participou de todas as três condições experimentais em ordem aleatória e balanceada, após uma situação de familiarização, idêntica as situações experimentais. Nas situações experimentais a atenção concentrada foi medida antes e após as sessões de exercício. Cada situação experimental foi realizada com um intervalo de no mínimo de 7 dias e no mesmo horário do dia (± 1 h).

Na primeira visita, foi realizada a caracterização da amostra (medidas antropométricas, familiarização com o teste de atenção, determinação do $VO_{2m\acute{a}x}$ e realizado familiarização das situações experimentais de HIIT e EM.

Na segunda, terceira, quarta visita foi realizada as situações experimentais (CON, EM e HIIT) de forma aleatória. Nas situações experimentais a atenção concentrada foi avaliada antes e após cada sessão através do teste de atenção concentrada Toulouse-Piéron (RAINHO, 1999). Além disso, a motivação dos participantes para participar de cada situação experimental foi avaliada antes de cada situação através da Escala visual analógica de motivação (LEE; HICKS; NINO-MURCIA, 1991).

Em todas as situações os participantes tiveram acesso a água de forma *ad libitum* (8 – 12° C) e a temperatura ambiente foi controlada em 22 – 24°C com auxílio de um ar-condicionado. A temperatura ambiente e umidade relativa do ar nas situações foram: CON: $27,5 \pm 1,1$ °C, $47,9 \pm 5,7$ %, EM: $27,5 \pm 1,0$ °C, $45,9 \pm 3,4$ % e HIIT: $27,2 \pm 1,0$ °C, $45,3 \pm 3,4$ %. Os voluntários foram instruídos a não ingerirem bebida alcoólica ou bebida contendo cafeína ou outro estimulante e nem realizar atividade física vigorosa 24h antes dos experimentos. Também foi requisitado a ingestão de 500 ml de água duas horas antes dos experimentos para garantir o estado euhidratado (ACSM et al., 1996). Foi citado aos

voluntários mantivessem suas alimentações normais no dia anterior e na manhã das situações experimentais e que reproduzissem essa alimentação nos dias que antecedem as situações experimentais.

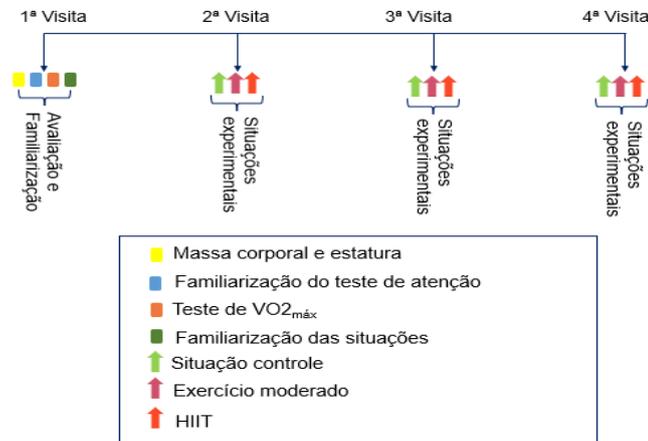


Figura 1: Delineamento experimental
Fonte: próprio autor

4.5 Procedimentos Experimentais

4.5.1 Antropometria

A massa corporal (kg) foi medida com os voluntários descalços e vestindo apenas um short no caso dos homens e mulheres um short e um top, utilizaremos uma balança Digital (Incoterm na escala quilograma). A estatura (cm) foi medida em um estadiômetro com precisão de 0,5 cm. O estadiômetro foi montado em uma base fixa, colocado paralelo a uma parede lisa, mantendo estável com o auxílio do estabilizador. Os voluntários se posicionaram de costas para o aparelho, colocaram os dois pés na base, mantiveram a posição ereta (cabeça no plano de Frankfurt), realizaram uma inspiração/apneia e após foi colocado a ponteira sobre a cabeça e feita a medida de estatura. A partir dos valores de massa corporal e estatura foi calculado o índice de massa corporal (IMC), utilizando a fórmula (kg/estatura (m²)) (CHARRO et al., 2010).

4.5.2 Teste de VO₂máx

Para estimar o VO₂máx foi utilizado o teste submáximo de Ebbeling et al. (1991). O teste iniciou com uma atividade preparatório (“aquecimento”) de 4 minutos de caminhada na esteira com velocidade entre 5,5 e 6,5 km.h⁻¹),

inclinação de 0% e uma frequência cardíaca (FC) de 50% a 70% da $FC_{máx}$. O teste consistiu em 4 minutos na velocidade utilizada na atividade preparatória, com inclinação 5% e uma FC de 50% a 70% da $FC_{máx}$ e a FC estacionária foi a média dos 30 segundos finais do último dois minutos (FC não deverá diferir em mais de 5 bpm). Utilizamos a fórmula $FC_{máx} = 208 - 0,7 * idade$ (TANAKA et al., 2001) para estimar a frequência cardíaca máxima. A FC foi registrada a cada minuto pelo polar H10 e a FC média final foi utilizada para estimativa do $VO_{2máx}$ (EBBELING et al., 1991):

$$VO_{2máx} = 15,1 + (21,8 \times VEL) - (0,327 \times FC) - (0,263 \times VEL \times IDADE) + (0,00504 \times FC \times IDADE) + (5,98 \times GÊNERO)$$

$VO_{2máx}$ ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$); VEL – velocidade em mph; FC – frequência cardíaca em batimentos por minuto (BPM); IDADE em anos; GÊNERO – mulher = 0, homem = 1).

Para estabelecer as velocidades correspondentes as intensidades relativas do $VO_{2máx}$ para os protocolos de EM e HIIT, utilizamos a equação preditiva (ACSM et al., 2014):

$$VO_{2máx} = 3,5 + 0,2 \times velocidade + 0,9 \times velocidade \times inclinação$$

Onde, $VO_{2máx}$ ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$); a Velocidade em $m \cdot min^{-1}$; Inclinação é o percentual expresso no formato decimal.

4.5.3 Situações experimentais

Os voluntários foram submetidos a três situações experimentais: a) CON, b) EM e c) HIIT. No qual, antes e após cada situação experimental foi avaliado a atenção concentrada.

Foi realizada ainda a familiarização como forma de habituação ao ambiente e aos procedimentos do estudo. Nesse primeiro teste os voluntários realizarão as situações experimentais: HIIT na esteira (4 blocos 45 segundos 102% da $vVO_{2máx}$ e 45 segundos de descanso ativo a 44% da $vVO_{2máx}$), EM (10 minutos na esteira 50% da $vVO_{2máx}$).

Na situação CON foi solicitado aos participantes a sentar-se e ficar quieto e confortavelmente em uma cadeira e assistir um vídeo de 30 minutos

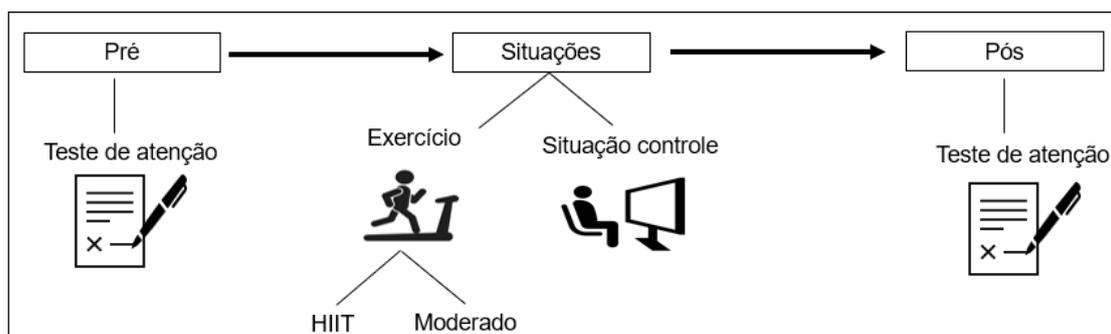
envolvendo a história da aviação mundial. Este vídeo foi selecionado e classificado como emocionalmente neutro para os voluntários (PENNA et al., 2018). Na situação de HIIT foi realizado na esteira, a sessão teve uma fase de aquecimento de 3 minutos a 45% da $vVO_{2máx}$, na parte principal foi de 14 blocos de 45 segundos a 102% do $vVO_{2máx}$ e 13 blocos de 45 segundos de descanso ativo a 44% da $vVO_{2máx}$ (20 minutos), e volta calma de 3 minutos a 45% da $vVO_{2máx}$ (BUCHHEIT et al., 2013; KEATING et al., 2017). Já na situação experimental EM, os voluntários correram na esteira por 30 minutos. A sessão foi composta por aquecimento de 3 minutos a 45% da $vVO_{2máx}$, a parte principal de 30 minutos a 50% da $vVO_{2máx}$ e volta calma de 3 minutos a 45% da $vVO_{2máx}$. (ACSM et al., 2014).

Para equiparar a carga de trabalho do EM equivalente ao HIIT foi estimado o consumo de oxigênio (VO_2) total da sessão HIIT durante os estímulos e recuperações o qual foi equiparado ao VO_2 total da sessão de EM.

Desta forma, a partir do teste na esteira foi estimado o $VO_{2máx}$ e utilizado a equação preditiva $VO_{2máx} = 3,5 + 0,2 \times \text{velocidade} + 0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}$ (ACSM et al., 2014) para estimar $vVO_{2máx}$. Exemplo: indivíduo com $VO_{2máx} = 57,13$ mL/kg/min, $vVO_{2máx} = 16,1$ km/h, HIIT: 14 estímulos e 13 estímulos de descanso ativo, VO_2 da tarefa = 284,97 mL/kg. EM: estímulo contínuo de 30 min, VO_2 da tarefa EM = 284,97 mL/kg. Não houve diferença entre as cargas de trabalho das sessões (HIIT = $218,33 \pm 29,30$ mL/kg vs. EM = $218,33 \pm 29,30$ mL/kg, $p > 0,05$).

Os procedimentos adotados durante as situações experimentais estão apresentadas na (Figura 2).

Figura 2: Esquema ilustrativo das situações experimentais



Fonte: próprio autor

4.5.4 Teste de atenção

A atenção concentrada foi avaliada pelo teste de atenção concentrada Toulouse-Piéron (PIÉRON, 1955), adaptado por Rainho (1999). Inicialmente, os voluntários se sentaram em uma cadeira com mesa, em um lugar com boa iluminação e somente com a presença do avaliador, no qual foi apresentado ao avaliado uma caneta esferográfica e uma folha com quatro figuras-estímulo (visuais), e logo abaixo, 23 linhas com 20 figuras por linha. O avaliado procurava as figuras-estímulo seguindo o sentido de leitura da esquerda para direita e assinalar aquelas que forem idênticas às figuras-estímulo. Neste é verificado a atenção concentrada, a rapidez de reação e a exatidão ao executar uma tarefa simples, juntamente com a capacidade de discriminação e localização de figuras-estímulo. O teste tem duas interpretações: uma de rapidez e uma de qualidade. A primeira corresponde ao total de quadrados que deveriam ser assinalados pelos quais o avaliado passou (quanto maior o número, melhor), e representa um valor referente à rapidez de reação (tempo de reação); já a segunda refere-se ao número de erros mais omissões (quanto menor o número, melhor), e representa um valor quanto à falha atencional, influenciada pela acuidade visual e mostrando a capacidade de concentração. Assim, o voluntário foi orientado a assinalar o maior número possível das figuras que são iguais às quatro que se encontram no topo da página durante 5 minutos (RAINHO, 1999).

4.5.5 Escala de motivação

A motivação em que se encontravam os participantes antes de iniciar cada situação experimental foi utilizada para controle das situações experimentais. Assim, foi utilizada a Escala visual analógica subjetiva de percepção de motivação, validada (LEE; HICKS; NINO-MURCIA, 1991) e utilizada em estudos prévios (SMITH et al., 2016b), a escala possui uma amplitude de 100 milímetros (mm), sendo que as extremidades foram ancoradas pelas palavras “nenhum” e “máxima”. Os participantes foram convidados a demarcar na escala “quão se sentiam motivados para a atividade a seguir” (Escala visual analógica de Motivação - VASM). A amplitude da extremidade esquerda da linha até o ponto que o participante marcou foi mensurada em milímetros, sendo que esta distância foi transformada em unidades arbitrárias, ou seja, 50 mm equivalia a 50 unidades arbitrárias (u.a.)

4.6 Análise Estatística

Inicialmente foi verificada a normalidade da distribuição dos dados através do teste de ShapiroWilk e a homocedasticidade pelo teste de Levene. Após confirmação da distribuição normal das variáveis foram utilizados testes paramétricos para análise de desempenho cognitivo. Para investigar e comparar os efeitos das situações experimentais de HIIT, EM e CON na atenção concentrada foi realizado uma análise de variância com dois fatores de variação (situação experimental vs. momento) com medidas repetidas e utilizado o *post hoc de Bonferroni t-test* quando necessário. Para descrever a magnitude das alterações entre grupos, calculamos os tamanhos de efeito de Cohen's d, no qual, um valor de d de Cohen $0,2 < 0,5$ indica um pequeno efeito, de $0,5 < 0,8$ indica efeito médio e $d > 0,8$, efeito grande. Também foi analisado o fator motivação pelo teste de Friedman. Os resultados das variáveis paramétricas foram apresentados com média \pm desvio padrão e as variáveis não paramétricas estão apresentados como mediana e intervalo interquartil (Q1 – Q3). Foram utilizados os pacotes estatísticos SigmaPlot (Systat Software Inc, v.11, USA) e SPSS (IBM Corp., v.23.0, USA) para análise dos dados. Foi considerado nível de significância $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 Dados antropométricos e capacidade cardiorrespiratória dos participantes

Na tabela 1 mostra os valores antropométricos, capacidade cardiorrespiratória dos participantes, como idade, massa corporal, estatura, índice de massa corporal (IMC) e $VO_{2Máx}$ (mL/kg/min) e carga de trabalho das sessões.

Variável	Média ± DV
Idade (anos)	28,6 ± 4,84
Massa corporal (kg)	68,8 ± 9,2
Estatura (cm)	164,2 ± 8,9
IMC (kg/m ²)	27,0 ± 2,8
$VO_{2Máx}$ (mL/kg/min)	44,87 ± 5,90
Carga de trabalho	
HIIT (mL/kg)	218,33 ± 29,30
EM (mL/kg)	218,33 ± 29,30

Tabela 1: Dados antropométricos, capacidade cardiorrespiratória e carga de trabalho
Abreviações: DV, desvio padrão; IMC - índice de massa corporal; $VO_{2Máx}$ - consumo máximo de oxigênio. Valores apresentados como média ± desvio padrão.

5.2 Atenção concentrada

Foi observada interação significativa entre os fatores de variação (Momento vs. Situação) ($F = 10,191$; $p < 0,001$) da variável rapidez. A análise de interação de *post hoc* mostrou diferenças entre os momentos HIIT pré ($166,4 \pm 42,1$ pts) e HIIT pós ($185,2 \pm 38,7$ pts) (Figura 3) com efeito de tamanho muito grande ($d=1,41$). Assim, houve um aumento de 11,30% na variável rapidez após o HIIT ($185,2 \pm 38,7$ vs. $166,4 \pm 42,1$ pts). Além disso, houve diferença significativa entre HIIT pós ($185,2 \pm 38,7$ pts) e CON pós ($164,6 \pm 37,4$ pts) (Figura 3) com tamanho de efeito médio ($d = 0,70$). Mas não houve diferença significativa entre as situações HIIT pós e EM pós ($p > 0,05$) (Figura 3), com efeito de tamanho pequeno ($d=0,12$). Na situação EM teve diferença entres momentos pré-

exercício ($161,3 \pm 42,1$ pts) para pós-exercício ($181,4 \pm 42,9$ pts) com tamanho de efeito grande ($d=1,21$) (Figura 3), demonstrando um aumento de 12,3% pós exercício.

Dessa forma, demonstrando que os participantes tiveram melhor desempenho da rapidez nos momentos pós exercício (HIIT e EM).

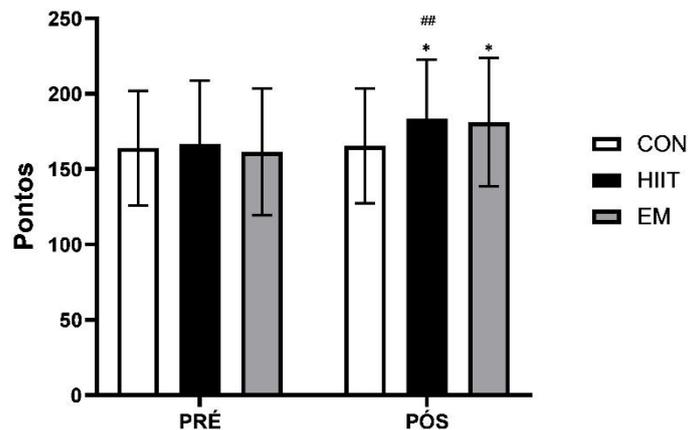


Figura 3: Resultado da variável rapidez
 * = diferença entre os momentos pré e pós
 ## = diferença entre as situações HIIT pós e CON pós

Foi observada interação significativa entre os fatores de variação (Momento vs. Situação) ($F = 13,255$; $p < 0,001$) da variável qualidade. A análise de *post hoc* mostrou diferenças entre os momentos HIIT pré ($64,8 \pm 41,4$ pts) e HIIT pós ($45,9 \pm 38,2$ pts) (Figura 4) com tamanho de efeito muito grande ($d=1,34$). Assim, houve uma melhora de 29,2% na variável qualidade após o HIIT ($45,9 \pm 38,2$ vs. $64,8 \pm 41,4$ pts). Além disso, houve diferença significativa entre HIIT pós ($45,9 \pm 38,2$ pts) e CON pós ($66,3 \pm 37,1$ pts) (Figura 4) com tamanho de efeito médio ($d = 0,70$). Mas não houve diferença significativa entre as situações HIIT pós e EM pós ($p > 0,05$) (Figura 4) com tamanho de efeito pequeno ($d=0,11$). Na situação EM teve diferença entre os momentos pré-exercício ($72,0 \pm 38,7$ pts) para pós-exercício ($49,4 \pm 42,7$ pts) (Figura 4) com amplitude do efeito grande ($d= 1,21$), demonstrando uma redução de 31,3% pós exercício. Dessa forma, ressaltando um aumento na capacidade de concentração após as situações de HIIT e EM.

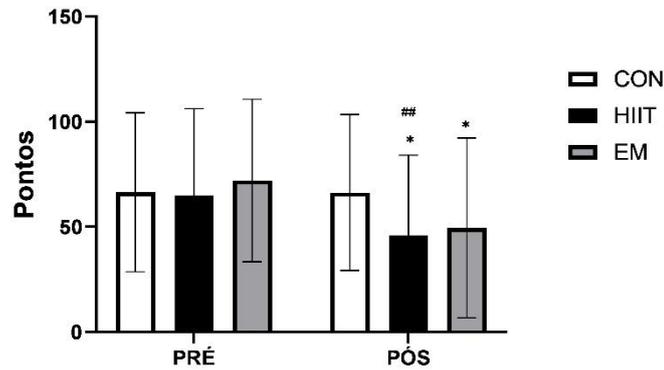


Figura 4: Resultado da variável qualidade
 * = diferença entre os momentos pré e pós
 ## = diferença entre as situações HIIT pós e CON pós

5.3 Escala de motivação

A motivação mensurada pela VASM (Figura 5) não foi diferente entre as situações (CON: 80,00, 52,00 - 85,5.; HIIT: 60,00, 50,00 - 84,00; EM: 72,00, 51,5 - 81,00; $p > 0,05$), mostrando assim que o fator motivação era semelhante entre as situações experimentais.

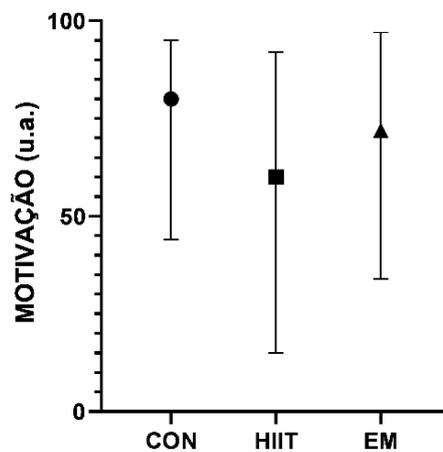


Figura 5: Escala Visual Analógica de Motivação

6 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar e comparar o efeito de uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade e exercício moderado na atenção concentrada de adultos jovens. Os resultados confirmam que ambas as intensidades (HIIT e EM) de exercícios melhoram a atenção concentrada, na variável rapidez e qualidade. Esses achados corroboram com nossa hipótese inicial, de que o HIIT e EM melhoraram a atenção concentrada de adultos jovens e não houve diferença entre eles.

A principal descoberta em nosso estudo indica que o HIIT e EM melhorou a atenção concentrada. Entretanto, quando comparadas HIIT e EM não houve diferenças em suas respostas sobre a atenção concentrada. Esses resultados indicam que essas variações da intensidade do exercício geraram o mesmo efeito no desempenho atencional (TAGESEN et al., 2023). Contrapondo esses resultados, Tsukamoto et al. (2016) mostrou que uma sessão de HIIT usando quatro séries de intervalos de 4 minutos a 90% VO_{2pico} com 3 min de recuperação ativa a 60% VO_{2pico} gerou mais impacto na atenção seletiva de adultos jovens do que o EM realizado a 60% VO_{2pico} durante 40 min. As descobertas divergentes entre nosso estudo e o estudo Tsukamoto et al. (2016) poderia ser pelo menos parcialmente explicado por (i) as diferenças na metodologia do estudo (por exemplo, regime de exercícios (protocolo na esteira vs. teste de ciclismo), (ii) teste cognitivo usado (teste de atenção concentrada vs. teste de *stroop color*), (iii) tempo da realização do teste após a cessação do exercício (imediatamente ao exercício vs. 10 min).

Consistente com a literatura (DA SILVA JUNIOR; NETO; DE RESENDE, 2010; DOS SANTOS PINHEIRO et al., 2022), os nossos achados atuais mostraram uma melhora da atenção concentrada, na variável rapidez de 12,3% e 31,3 % na qualidade após o EM. Esses resultados vão de acordo com os estudos de Ferreira et al. (2017) que observou melhora da atenção concentrada após uma sessão de exercício multimodal (alongamento, exercício de força, equilíbrio e coordenação e caminhada) de intensidade moderada em escala subjetiva de 4 (PSE 0-10) em adultos jovens. Outros estudos, como o de Dos Santos Pinheiro et al. (2022) e o Quadros Junior (2008) observaram que uma

sessão de dança a 63,8% ou 68% $FC_{m\acute{a}x}$ foi capaz de induzir aumento na atenção concentrada de idosos.

Além disso, os resultados da presente investigação indicam também o aumento da rapidez e melhora da qualidade atencional observada após uma única sessão de HIIT. Alguns estudos vêm demonstrando que realizar uma sessão HIIT a 73% da $FC_{reserva}$, 80% da $FC_{reserva}$ ou 90% VO_{2pico} melhora a atenção seletiva de adultos jovens (ALVES et al., 2014; TSUKAMOTO et al., 2016; WALSH et al., 2018). Consistente com esses achados alguns estudos apontam que uma sessão de HIIT diminui significativamente o tempo de reação e aumenta a velocidade de processamento de adultos jovens (KHANDEKAR et al., 2022; NASROLLAHI et al., 2022).

Ademais, realizar uma sessão de HIIT cooperativo (exercícios em duplas) de 16 min aumenta 17,39% a atenção seletiva e 20,31% a concentração (MEZCUA-HIDALGO et al., 2019) em adolescentes. Esses resultados vão ao encontro aos nossos, no qual houve um aumento da rapidez de 11,3% e redução 29,2% na qualidade, assim demonstrando maior capacidade de rapidez de reação e concentração durante uma tarefa específica.

Diante disso, melhorias na atenção concentrada poderiam otimizar e tornar mais eficiente o processamento de informação, uma vez que, a atenção exerce uma função muito importante na capacidade de retenção de informações relevantes, pois é através dela, associada aos processos de controle, que guardamos informações na memória de longa duração (STERNBERG, 2000; LADEWIG, 2000). O que selecionar, focar e o que descartar dentre as diversas informações disponíveis no meio ambiente da atividade que realizamos, é um fator muito importante que poderia influenciar no desempenho escolar, acadêmico ou profissional, nas atividades de trânsitos, domésticas ou no ambiente de trabalho (BAPTISTA et al., 2007; LIMA, 2010; FERREIRA; TABAQUIM, 2017).

Assim, a fim de aumentar a atenção concentrada, o EM e o HIIT são opções para atenuar déficit de atenção ou até mesmo minimizar partes desses declínios cognitivos (PAILLARD et al., 2015; RASSOVSKY et al., 2018; BOA SORTE SILVA et al., 2021; RUMÃO, 2022).

Existem mecanismos discutidos na literatura que podem ajudar a explicar os achados deste estudo. Uma vez que, em respostas agudas ao HIIT e EM

ocorrem respostas fisiológicas que eleva a atividade atencional, tais como: aumento do fluxo sanguíneo cerebral e, conseqüentemente, da oferta de oxigênio e nutrientes (i.e. carboidratos, creatina) (OGOHO; AINSLIE, 2009; SMITH et al., 2010; CALVERLEY et al., 2020), principalmente nas regiões pré-frontais (VERBURGH et al., 2014), aumento dos níveis de excitação do sistema nervoso central, em decorrência da maior concentração de catecolaminas, β -endorfina e dopamina cerebrais (MCMORRIS et al., 2003; HASEGAWA et al., 2011; GOEKINT et al., 2011) e da maior permeabilidade da barreira hematoencefálica (SHARMA et al., 1991), possibilitando maior passagem destes neurotransmissores para o sistema nervoso central. Além disso, uma sessão de HIIT e EM aumentam os níveis do BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*), o que poderia, por sua vez, melhorar a atenção (TSAI et al., 2021; MARTÍNEZ-DÍAZ et al., 2020; RENTERÍA et al., 2020; MEZCUA-HIDALGO et al., 2019). O BDNF é um fator de crescimento que estimula neuroplasticidade, neurogênese, eficácia sináptica e conectividade neuronal (LU; NAGAPPAN; LU, 2014). Ademias, estudos com eletroencefalograma sugerem que o HIIT e EM aumentam o impulso cerebral, diminuindo o tempo de detecção e resposta de um estímulo (CHU et al., 2015; TSAI et al., 2021).

Embora neste estudo não tenha sido avaliado os mecanismos que pudessem explicar as respostas dos exercícios na atenção concentrada, os nossos resultados sugerem que tanto o HIIT como o EM possam ser utilizados como estratégias para melhora da atenção concentrada de adultos jovens.

Limitações do estudo

Reconhecemos que este estudo teve algumas limitações quanto o equipamento para avaliar o consumo máximo de oxigênio, pois no período da coleta ainda estávamos no período da Pandemia do COVID – 19 e não tínhamos espirômetro disponível para avaliação dos participantes. Além disso, não avaliamos os mecanismos que pudessem explicar as respostas dos exercícios na atenção concentrada, como as concentrações de BDNF, o fluxo sanguíneo cerebral ou a realização de eletroencefalograma.

7 CONCLUSÃO

Ambos os exercícios, HIIT e EM melhoraram a atenção concentrada de adultos jovens.

8 REFERÊNCIAS

ACSM; CONVERTINO, V. A.; ARMSTRONG, L. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. **Med Sci Sports Exerc**, v. 28, n. 1, p. i-vii, Jan 1996.

ALVES, Christiano RR et al. Influence of acute high-intensity aerobic interval exercise bout on selective attention and short-term memory tasks. **Perceptual and motor skills**, v. 118, n. 1, p. 63-72, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. Guanabara/ Koogan. 9º edição, 2014..

ANTUNES, Hanna Karen M. *et al.* Alterações cognitivas em idosas decorrentes do exercício físico sistematizado. **Revista da Sobama**, v. 6, n. 1, p. 27-33, 2001.

ASTORINO, Todd Anthony; SCHUBERT, Matthew M. Changes in fat oxidation in response to various regimes of high intensity interval training (HIIT). **European journal of applied physiology**, v. 118, n. 1, p. 51-63, 2018.

BAPTISTA, Makilim Nunes; RUEDA, Fabián Javier Marín; SISTO, Fermino Fernandes. Relação entre estresse laboral e atenção concentrada. **Encontro: Revista de Psicologia**, v. 11, n. 16, p. 75-90, 2007.

BOA SORTE SILVA, Naron C. et al. The benefits of high-intensity interval training on cognition and blood pressure in older adults with hypertension and subjective cognitive decline: Results from the heart & mind study. **Frontiers in aging neuroscience**, v. 13, p. 643809, 2021.

BOCCALANDRO, E. R. (2003). **Atenção concentrada AC-15 (3a Edição)**. São Paulo: Vetor

BORG, Gunnar AV. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & science in sports & exercise**, 1982.

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

CALVERLEY, T. A. et al. HIITing the brain with exercise: mechanisms, consequences and practical recommendations. **J Physiol**. 2020 Jul;598(13):2513-2530.

CAMBRAIA, S. V. (2003). **Teste AC (3a Edição)**. São Paulo: Vetor Editora Psico-Pedagógica

CHANG, Yu-Kai et al. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis.. **Brain Research** , v. 1453, p. 87-101, 2012.

CHARRO A., M. et al. **Manual de Avaliação Física**. Ed. Phorte, São Paulo, 2010

CHU, Chien-Heng *et al.* Exercise and fitness modulate cognitive function in older adults. **Psychology and aging**, v. 30, n. 4, p. 842, 2015.

COTMAN, Carl W.; BERCHTOLD, Nicole C. Physical activity and the maintenance of cognition: learning from animal models. **Alzheimer's & Dementia**, v. 3, n. 2, p. S30-S37, 2007.

DA SILVA JUNIOR, Autran José; NETO, Arthur Paiva; DE RESENDE, Tiago Marques. Efeito do exercício físico e treinamento mental sobre o nível de atenção e concentração em idosos Poços Caldenses. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 4, n. 24, p. 1, 2010.

DOS SANTOS PINHEIRO, Lurdilene et al. Elderly attention improvement after a physical aerobic exercise. **Revista Neurociências**, v. 30, p. 1-15, 2022.

EBBELING, Cara B. et al. Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 8, p. 966-973, 1991.

FERREIRA, Fabiana Ribas; TABAQUIM, Maria de Lourdes Merighi. Habilidades cognitivas de escolares do ensino público e privado: estudo comparativo de pré-competências para a aprendizagem acadêmica. **Revista Psicopedagogia**, v. 34, n. 104, p. 126-136, 2017

FERREIRA, Sionaldo Eduardo *et al.* Efeitos agudos do exercício físico no tratamento da dependência química. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 39, n. 2, p. 123-131, 2017.

GOEKINT, Maaïke et al. Acute running stimulates hippocampal dopaminergic neurotransmission in rats, but has no influence on brain-derived neurotrophic factor. **Journal of applied physiology**, v. 112, n. 4, p. 535-541, 2011

HASEGAWA, H. *et al.* Continuous monitoring of hypothalamic neurotransmitters and thermoregulatory responses in exercising rats. **Journal of neuroscience methods**, v. 202, n. 2, p. 119-123, 2011.

HERAZO-BELTRÁN, Yaneth et al. Predictors of perceived barriers to physical activity in the general adult population: a cross-sectional study. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 21, n. 1, p. 44-50, 2017.

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

KHANDEKAR, P; SHENOY, S; SATHE, A. Prefrontal cortex hemodynamic response to acute high intensity intermittent exercise during executive function processing. **J Gen Psychol**. 2022;15:1-28.

LADEWIG, Iverson. A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. *Revista paulista de educação física*, v. 3, p. 62-71, 2000.

LAMBOURNE, Kate; AUDIFFREN, Michel; TOMPOROWSKI, Phillip D. Effects of acute exercise on sensory and executive processing tasks. **Med Sci Sports Exerc**, v. 42, n. 7, p. 1396-1402, 2010.

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

LIMA, Thatiana Helena de. Avaliação da atenção concentrada no contexto do trânsito. 2010.

LU, B. D. N. F.; NAGAPPAN, G.; LU, YBDNF. BDNF and synaptic plasticity, cognitive function, and dysfunction. *Neurotrophic factors*, p. 223-250, 2014.

MEEUSEN, R. Exercise and the brain: insight in new therapeutic modalities. **Ann Transplant**. 2005;10(4):49-51.

MCMORRIS, Terry *et al.* Incremental exercise, plasma concentrations of catecholamines, reaction time, and motor time during performance of a noncompatible choice response time task. **Perceptual and motor skills**, v. 97, n. 2, p. 590-604, 2003.

MCMORRIS, Terry *et al.* Acute, intermediate intensity exercise, and speed and accuracy in working memory tasks: a meta-analytical comparison of effects. **Physiology & behavior**, v. 102, n. 3-4, p. 421-428, 2011.

MCMORRIS, Terry; HALE, Beverley J. Differential effects of differing intensities of acute exercise on speed and accuracy of cognition: a meta-analytical investigation. **Brain and cognition**, v. 80, n. 3, p. 338-351, 2012.

MARTÍNEZ-DÍAZ, Inmaculada C.; ESCOBAR-MUÑOZ, María C.; CARRASCO, Luis. Acute effects of high-intensity interval training on brain-derived neurotrophic factor, cortisol and working memory in physical education college students. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 21, p. 8216, 2020.

MEZCUA-HIDALGO, Alberto *et al.* 48-hour effects of monitored cooperative high-intensity interval training on adolescent cognitive functioning. **Perceptual and motor skills**, v. 126, n. 2, p. 202-222, 2019.

NASROLLAHI, N; QUENSELL, J; MACHADO, L. Effects of a brief stair-climbing intervention on cognitive functioning and mood states in older adults. **J Aging Phys Act**. 2022;30:455-465.

NORONHA, Ana Paula Porto *et al.* Atenção sustentada e concentrada: construtos semelhantes?. **Psicologia: pesquisa e trânsito**, v. 2, n. 1, p. 29-36, 2006.

OGOHO, Shigehiko; AINSLIE, Philip N. Cerebral blood flow during exercise: mechanisms of regulation. **Journal of applied physiology**, v. 107, n. 5, p. 1370-1380, 2009.

OLIVEIRA, Bruno Ribeiro Ramalho et al. Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. **PloS one**, v. 13, n. 6, p. e0197124, 2018.

PAILLARD, Thierry; ROLLAND, Yves; DE SOUTO BARRETO, Philippe. Protective effects of physical exercise in Alzheimer's disease and Parkinson's disease: a narrative review. **Journal of clinical neurology (Seoul, Korea)**, v. 11, n. 3, p. 212, 2015.

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

PESCATELLO, Linda S.; RIEBE, Deborah; THOMPSON, Paul D. (Ed.). **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Lippincott Williams & Wilkins, 2014.

QUADROS JUNIOR, Antonio Carlos de. **Dança de salão, funções executivas e memória em idosos institucionalizados**. 2008. 115 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2008.

RAINHO, O. Teste de aptidões específicas. **Manual de Psicologia Aplicada. Rio de Janeiro, Brasil: CEPA**, p. 1-29, 1999.

RASSOVSKY, Yuri; ALFASSI, Tali. Attention Improves During Physical Exercise in Individuals With ADHD. **Frontiers in psychology**, v. 9, 2018.

RENTERÍA, I.; García-Suárez, P.C.; Martínez-Corona, D.O.; Moncada-Jiménez, J.; Plaisance, E.P.; Jiménez-Maldonado, A. Short-term high-Intensity interval training increases systemic brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in healthy women. **Eur. J. Sport Sci.** 2020, 20, 516–52.

RECH, Cassiano Ricardo et al. Perceived barriers to leisure-time physical activity in the Brazilian population. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 24, p. 303-309, 2018.

ROIG, Marc et al. The effects of cardiovascular exercise on human memory: a review with meta-analysis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 8, p. 1645-1666, 2013.

RUMÃO, Mateus da Silva. **Melhorias na mobilidade e cognição de idosas com comprometimento cognitivo leve após 36 semanas de treinamento físico multimodal**. 2022. 64 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação Física) - Universidade Federal do Maranhão, São Luis, 2022.

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

SMITH, J. Carson *et al.* Detecting changes in human cerebral blood flow after acute exercise using arterial spin labeling: implications for fMRI. **Journal of neuroscience methods**, v. 191, n. 2, p. 258-262, 2010.

SHARMA, H. S.; CERVÓS-NAVARRO, J.; DEY, P. K. Increased blood-brain barrier permeability following acute short-term swimming exercise in conscious normotensive young rats. **Neuroscience research**, v. 10, n. 3, p. 211-221, 1991.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva** . (M.R.B. Osório, trad.) Porto Alegre: Artemed.

TAGESEN, Emily C.; JUDGE, Lawrence W.; BELLAR, David M. A Comparison of Continuous and Interval Exercise on Cognition in Young Adults. **International Journal of Exercise Science**, v. 16, n. 5, p. 458, 2023.

TANAKA H, MONAHAN KD, SEALS DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. **J Am Coll Cardiol**. 2001 Jan;37(1):153-6. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. PMID: 11153730.

TOMPOROWSKI, P.D.; ELLIS, N.R. Effects of exercise on cognitive processes: A review. **Psychol. Bull.** 1986, 99, 338–346.

THUM, Jacob S. et al. High-intensity interval training elicits higher enjoyment than moderate intensity continuous exercise. **PloS one**, v. 12, n. 1, p. e0166299, 2017.

TSAI, Chia-Liang et al. Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous exercise on BDNF and irisin levels and neurocognitive performance in late middle-aged and older adults. **Behavioural Brain Research**, p. 113472, 2021.

TSUKAMOTO, Hayato et al. Greater impact of acute high-intensity interval exercise on post-exercise executive function compared to moderate-intensity continuous exercise. **Physiology & behavior**, v. 155, p. 224-230, 2016.

VERBURGH, Lot et al. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. **British journal of sports medicine**, v. 48, n. 12, p. 973-979, 2014.

WALSH, Jeremy J. et al. Brief, high-intensity interval exercise improves selective attention in university students. **International Journal of Exercise Science**, v. 11, n. 5, p. 152-167, 2018.

WHEELER, Michael J. et al. Distinct effects of acute exercise and breaks in sitting on working memory and executive function in older adults: a three-arm, randomised cross-over trial to evaluate the effects of exercise with and without breaks in sitting on cognition. **British journal of sports medicine**, v. 54, n. 13, p. 776-781, 2020.

9 ANEXO

Teste de atenção concentrada

