



**UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE**  
**Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**  
**Curso de Ciências Biológicas**



Klayson Souza Pavesi Barreto

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE JOVENS  
ESTUDANTES A PARTIR DA INTERVENÇÃO DE EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO**

São Paulo

2023



UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Curso de Ciências Biológicas



Klayson Souza Pavesi Barreto

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE JOVENS  
ESTUDANTES A PARTIR DA INTERVENÇÃO DE EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Presbiteriana Mackenzie como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas.

São Paulo

2023

KLAYSON SOUZA PAVESI BARRETO

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS FUNÇÕES EXECUTIVAS DE JOVENS  
ESTUDANTES A PARTIR DA INTERVENÇÃO DE EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Presbiteriana Mackenzie como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Biológicas.

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Pimentel

---

Prof. Dr. Érico Chagas Caperuto

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Camila Sacchelli Ramos

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar um especial e profundo agradecimento aos meus pais, Cleber e Simone. Desde o início da minha jornada acadêmica, vocês têm sido uma fonte inesgotável de amor, apoio e encorajamento. A dedicação e compromisso com a minha educação têm sido fundamentais para o meu crescimento pessoal e conquistas ao longo da minha vida. Vocês sempre acreditaram em mim, mesmo nos momentos de dúvida e desafios, e isso me deu a confiança necessária para enfrentar cada obstáculo que surgiu no caminho. Suas palavras de incentivo, seus abraços calorosos e presença constante foram o combustível que me impulsionou a nunca desistir, a persistir mesmo diante das adversidades. Serei eternamente grato pela oportunidade que me proporcionaram, pelo amor incondicional que me envolveu em cada passo e pelos sacrifícios que fizeram para me ver alcançar meus objetivos. Vocês são verdadeiros exemplos de dedicação, resiliência e amor, e tudo o que sou hoje devo a vocês. Obrigado, do fundo do meu coração, por serem os melhores pais que alguém poderia desejar.

Agradeço aos meus irmãos Klayton e Klauber, que durante todo o meu período de trabalho e dedicação nesse projeto, foram fundamentais para proporcionar momentos de descontração e diversão. Nossas sessões de filmes, jogos, conversas na madrugada e risadas que doíam a barriga foram verdadeiros refúgios e fontes de energia. A presença e apoio de vocês foram essenciais para manter o equilíbrio durante os meus desafios acadêmicos. Sou grato por ter irmãos tão especiais como vocês ao meu lado.

Expresso minha gratidão aos melhores amigos que a graduação poderia me oferecer: Giulia, Aline, Layara, Natália, Vitor Hugo, Jéssica e Pedro, que estiveram ao meu lado durante a minha jornada acadêmica. Vocês são uma parte essencial da minha vida e compartilhamos diversos momentos inesquecíveis. Desde os trabalhos feitos de última hora até as saídas de campo memoráveis, juntos enfrentamos desafios, superamos obstáculos e principalmente, nos divertimos. Ao longo desses momentos, construímos laços fortes de amizade, compartilhando risadas e experiências. Vocês foram minha fonte de apoio, estímulo e motivação, sempre oferecendo palavras de encorajamento ou um ombro amigo nos momentos difíceis.

Agradeço a Laís Mayumi, por sua presença e apoio que foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e dedicação. Sua disposição em me ajudar e oferecer ideias só mostra a generosidade do seu coração. Valorizo imensamente sua contribuição para a minha jornada pessoal e acadêmica, e mesmo que nossos caminhos tenham se separado, reconheço e aprecio o impacto positivo que você teve em minha vida. Obrigado, Laís, por ter sido uma pessoa tão importante em minha trajetória e por ter me inspirado a alcançar o melhor de mim mesmo. Sou grato por todos os momentos compartilhados e pelas lições aprendidas juntos.

Agradeço à minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Camila Sacchelli. Sua dedicação, compromisso e suporte durante todo o processo de elaboração do meu TCC foram inestimáveis. Nos momentos mais difíceis e corridos, você esteve presente, oferecendo orientação e encorajamento que me ajudaram a superar os obstáculos. Sua expertise e paciência foram essenciais para o sucesso desse trabalho. Sou imensamente grato pela oportunidade de aprender com você e por todo o apoio que me deu.

Por fim, agradeço a todos os docentes que participaram da minha trajetória. Em especial, agradeço imensamente ao Prof. Dr. Leandro Tavares, que além de todo o seu conhecimento dentro de aula, forneceu momentos especiais e memoráveis durante as saídas de campo.

*“A vida é cheia de capítulos que se encerram e novos começos que surgem. É na superação dos desafios e na coragem de fechar portas antigas que encontramos a liberdade para trilhar novos caminhos”.*

(Marcos Lacerda)

## RESUMO

As funções executivas (FE) são habilidades cognitivas superiores que nos permitem planejar, organizar, priorizar, controlar impulsos, tomar decisões e resolver problemas. São essenciais para o desempenho eficiente de tarefas complexas e a tomada de decisões adequadas. A prática regular de exercícios físicos tem sido associada a benefícios significativos para as funções executivas. Estudos mostram que a atividade física melhora a atenção, a memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva, que são componentes-chave das funções executivas. Além disso, o exercício promove o aumento do fluxo sanguíneo e a oxigenação cerebral, o que contribui para a saúde do cérebro. Uma das razões pelas quais o exercício físico beneficia as funções executivas é o aumento da produção de substâncias químicas cerebrais, como os neurotransmissores e fatores de crescimento neuronal. Essas substâncias promovem a sobrevivência, o crescimento e a diferenciação das células cerebrais, além de fortalecerem as conexões entre elas. Além dos benefícios cognitivos, a prática regular de exercícios físicos também está associada a melhorias na saúde física, incluindo a redução do risco de doenças cardiovasculares e diabetes. Portanto, considerando que existe uma relação entre atividade física e melhora da FE, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito agudo do exercício físico de alta intensidade nas funções executivas, comparando os escores de leitura, contagem, escolha, alternância, inibição e flexibilidade do teste *Five Digit Test* (FDT) entre um grupo controle, que realizou uma série de alongamento ao grupo intervenção, que realizou uma série de exercício intervalado de alta intensidade (HIIT). Os resultados obtidos mostraram que houve uma melhora da função executiva nos dois grupos de exercício, porém sem diferença significativa entre os grupos. Estes resultados devem ser complementados com análises de outras variáveis, como um possível efeito de aprendizagem da repetição do teste ou parâmetros ambientais, tais como a qualidade do sono e alimentação.

**Palavras-chave:** Funções executivas, exercício físico, cognição.

## ABSTRACT

Executive functions (EF) are higher cognitive skills that allow us to plan, organize, prioritize, control impulses, make decisions, and solve problems. They are essential for efficient performance in complex tasks and appropriate decision-making. Regular physical exercise has been associated with significant benefits for executive functions. Studies have shown that physical activity improves attention, working memory, and cognitive flexibility, which are key components of executive functions. Additionally, exercise promotes increased blood flow and cerebral oxygenation, contributing to brain health. One of the reasons why physical exercise benefits executive functions is the increased production of brain chemicals such as neurotransmitters and neuronal growth factors. These substances promote cell survival, growth, and differentiation, as well as strengthening connections between them. In addition to cognitive benefits, regular physical exercise is also associated with improvements in physical health, including reduced risk of cardiovascular diseases and diabetes. Therefore, considering that there is a relationship between physical activity and improvement in EF, the objective of this study was to evaluate the acute effect of high-intensity physical exercise on executive functions, comparing scores for reading, counting, choosing, shifting, inhibiting and flexibility of the Five Digit Test (FDT) between a control group, which performed a series of stretching and the intervention group, which performed a series of high-intensity interval exercise (HIIT). The results obtained showed that there was an improvement in executive function in both exercise groups, but without significant differences between groups. These results should be complemented with analyzes of other variables such as a possible learning effect of re-test or environmental parameters, such as sleep quality and nutrition.

**Keywords:** Executive functions, physical exercise, cognition.



## SUMÁRIO

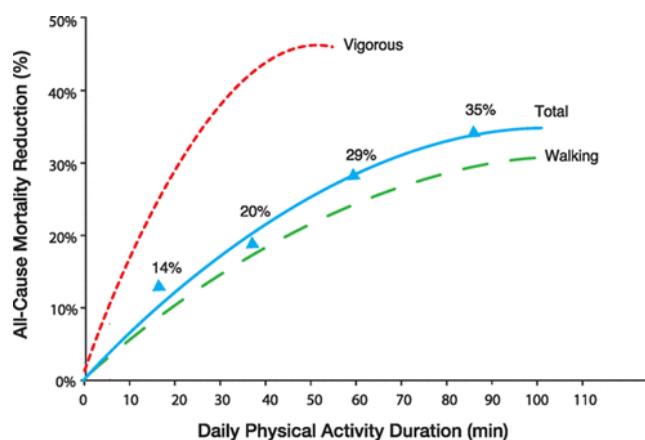
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
1.1 AS FUNÇÕES COGNITIVAS E EXECUTIVAS .....	13
1.2 EXERCÍCIO FÍSICO E FUNÇÕES EXECUTIVAS .....	16
1.3 OBJETIVOS .....	19
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	20
2.2 ASPECTOS ÉTICOS .....	20
2.3 COLETA DE DADOS .....	20
2.4 INSTRUMENTOS DE PESQUISA .....	20
2.5 PROTOCOLO DE INTERVENÇÃO.....	22
2.6 ANÁLISE DE DADOS .....	23
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade física tem sido extensivamente pesquisada por seus efeitos sobre a saúde, incluindo a melhora cardiovascular, o condicionamento físico, a diminuição do risco de doenças crônicas, o aumento da resistência, da força dos ossos e dos músculos e o aprimoramento da saúde mental, bem-estar e cognição (MCARDLE, 2010).

Por outro lado, a inatividade física aumenta o risco para distúrbios metabólicos e doenças cardiovasculares, como doença arterial coronariana, hipertensão, acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca (AHMED et al. 2012; LAVIE et al. 2019). Um fator importante nessa relação é o metabolismo prejudicado da glicose, que é caracterizado pela resistência à insulina e intolerância à glicose. Isso pode elevar os níveis de glicose no sangue e, com o tempo, causar uma série de alterações metabólicas que ajudam a promover o acúmulo de placas de gordura, colesterol e outras substâncias nas paredes das artérias, resultando nas doenças cardiovasculares mencionadas acima.

Wen et al. (2011) observaram uma relação entre a quantidade e a intensidade da atividade física aeróbica e a mortalidade subsequente, em um estudo com 416.175 indivíduos taiwaneses que foram acompanhados por 8 anos. As reduções na mortalidade foram observadas com apenas 15 minutos de atividade física moderada por dia (Fig. 1). Ademais, 90 minutos de atividade física moderada ou 30 a 40 minutos de exercício físico intenso por semana foram associados a reduções crescentes da mortalidade.



**Figura 1:** Relação entre atividade física e redução de mortalidade. O gráfico demonstra a relação entre a duração diária de atividade física (minutos) e a redução da mortalidade (%), por quaisquer causas. Caminhada – verde; Atividade vigorosa – vermelho; Total (somatório de atividade física diária) - azul. Reproduzido de Wen et al (2011).

De modo geral, os estudos de Lavie et al. (2019) e Wen et al. (2011) enfatizam a importância da promoção dos exercícios regulares e desencorajam o comportamento sedentário, como táticas fundamentais para melhorar a saúde cardiovascular. Entende-se assim que para prevenir e tratar doenças cardiovasculares é necessária a adoção de um estilo de vida ativo e a redução do sedentarismo.

O exercício físico também constitui um estímulo significativo para o desenvolvimento de ossos e músculos mais fortes. Estudos sugerem que a atividade física, principalmente com exercícios de carga e de resistência, favorece a adaptação do sistema musculoesquelético, o que aumenta a densidade mineral óssea e a força muscular. Tanto nas pessoas saudáveis como nas que sofrem de osteoporose, a prática regular de atividade de carga e resistência estão associados a um aumento da massa muscular e da densidade mineral óssea (WILLEMS, H. et al., 2017; KEMMLER et al., 2010; ARMAMENTO-VILLAREAL, R. et al., 2020).

O exercício físico altera o metabolismo ósseo diretamente por meio da força mecânica ou indiretamente por meio de influências hormonais (CADORE, BRENTANO & KRUEL, 2005). Quando uma força mecânica é aplicada ao tecido ósseo, são criados sinais endógenos que interrompem os mecanismos envolvidos na remodelação óssea. O osteócito é a principal célula responsável pela conversão da força mecânica em sinais bioquímicos em um sistema mecanossensorial, que detecta esses sinais (SUNDUSTRUP et al., 2010; KEMMLER, KOHL & VON STENGEL, 2016).

Os exercícios que envolvem carga e resistência impõem stress às fibras musculares e provocam microlesões. Em resposta a esse estímulo, o organismo inicia um processo de reparação e adaptação, aumentando a produção de proteínas musculares. Essas adaptações favorecem o crescimento e a hipertrofia ao longo do tempo, o que aumenta a força e a resistência muscular. Além disso, o exercício físico estimula a liberação de hormônios anabólicos, como a testosterona, que também aumentam a síntese de proteínas musculares (BAMMAN; ROBERTS; ADAMS, 2018).

Outro benefício já demonstrado é o aumento do número de mitocôndrias nas células musculares (biogênese mitocondrial), o que incrementa a capacidade do músculo para produzir energia e conseqüentemente, melhora a resistência muscular e a eficiência energética (MCCARTHY et al., 2015).

A literatura científica pesquisada também relata associação entre o exercício e a melhoria da saúde mental e do bem-estar. Como descrito adiante, várias pesquisas demonstraram repetidamente como o exercício melhora a saúde mental, em diferentes grupos populacionais.

Uma revisão abrangente de Morres et al. (2019) avaliou o impacto do exercício sobre os diversos efeitos da depressão em adultos e chegou à conclusão de que houve uma redução significativa dos sintomas desse transtorno mental. Além disso, as pesquisas de Schuch et al. (2016) e de Mammen e Faulkner (2013) demonstraram uma conexão entre a prática regular de atividade física e a menor chance de desenvolver os transtornos de ansiedade e depressão.

A atividade física pode melhorar significativamente a qualidade de vida e o bem-estar psicológico em pessoas com doenças mentais, de acordo com um estudo realizado por Hu et al. (2020). Em sua revisão de meta-análise com estudos clínicos randomizados, os autores destacaram a eficácia das terapias com exercícios físicos como mecanismo para aliviar uma série de problemas psiquiátricos. Das oito meta-análises incluídas nesse estudo, seis delas encontraram resultados significativos sobre os efeitos da intervenção do exercício físico na redução de sintomas depressivos, e apenas duas encontraram baixa eficácia.

A melhora da saúde mental é investigada também no nível fisiológico, de modo que há estudos que evidenciam os fatores envolvidos nesse processo. O aumento da produção de endorfinas e neurotransmissores incluídos na regulação do humor e na redução do estresse, como a serotonina e a dopamina, são algumas das causas sugeridas. Sabe-se também que o exercício regular aumenta a oxigenação do cérebro e o fluxo sanguíneo, o que pode melhorar as habilidades cognitivas (YAU, 2014). Ainda, de acordo com Guskowska (2004), os sintomas da depressão e ansiedade estão relacionados com alterações no fluxo sanguíneo em algumas áreas do cérebro, evidenciando ainda mais que uma melhora na circulação sanguínea pode reduzir os sintomas de ansiedade, depressão, entre outros.

Além dos benefícios diretos para a saúde mental, o exercício físico está ligado a melhorias no sono, na interação social e na autoestima, que promovem o bem-estar em geral. O estudo de Netz et al. (2005) examinou a conexão entre atividade física e

qualidade de vida em adultos e verificou que o exercício regular melhorou significativamente o bem-estar psicológico e emocional, entre outras dimensões da qualidade de vida.

### 1.1 As funções cognitivas e executivas

Os processos mentais que nos permitem realizar qualquer atividade ou tarefa são conhecidos como funções cognitivas. Elas correspondem a várias habilidades necessárias para a vida cotidiana. A percepção, atenção, memória, linguagem e as funções executivas (FE) são as principais funções cognitivas dos humanos (LEZAK, 1995; BADDELEY, 2003).

Abaixo segue a descrição das funções cognitivas, segundo Lezak (1995):

- **Atenção:** O conceito de atenção é definido pela seleção e manutenção de um foco, podendo ser um estímulo ou informação, entre as inúmeras que obtemos através de nossos sentidos, memórias armazenadas e outros processos cognitivos. Essa função cognitiva é muito complexa e alguns comportamentos como assistir um filme e compreendê-lo ou manter o foco da conversa em um ambiente com barulho dependem de um nível adequado de atenção. A atenção também se mostra necessária para o processo de memorização. Em resumo, concentramos nossa atenção em um estímulo que consideramos significativo no momento certo. Os outros estímulos, que não são os mais importantes, passam a ficar em segundo plano, e não mais merecem o foco da atenção.
- **Memória:** A memória é uma das funções cognitivas mais utilizadas pelos humanos no cotidiano. Isso se deve ao fato de que ela envolve a capacidade de armazenar dados, lembrá-los e usá-los ativamente. Como exposto anteriormente, o nível de atenção é fundamental para o bom funcionamento da memória. Atividades cognitivas adicionais, como a capacidade de percepção e associação, também são necessárias para o bom armazenamento. A memória pode ser subdividida em três tipos, sendo eles a memória de curto prazo, que nos permite armazenar informações brevemente, a memória de longo prazo, que arquiva informações por longos períodos, e a memória de trabalho, que nos permite gerenciar informações durante a execução de tarefas.

- **Linguagem:** Na maioria das vezes, a linguagem é uma função cotidiana que é utilizada oralmente em uma conversa ou por escrito ao ler ou compor um texto. Embora a comunicação não seja apenas uma atividade vocal, essa definição de linguagem se dá pelo uso de uma maneira regrada de combinar palavras para se comunicar. As ideias e emoções também podem ser expressas de forma não verbal, como por exemplo por gestos e desenhos.
- **Percepção:** Um estímulo proveniente do ambiente por meio dos órgãos dos sentidos é reconhecido, organizado e recebe significado pelo ser humano. Por exemplo, se os olhos de uma pessoa estiverem cobertos e ela receber alguns objetos para sentir, ela poderá nomear o objeto usando as informações armazenadas para determinar se a textura é áspera ou lisa, dura ou macia, e qual é a forma do objeto. Outros sentidos também estão inclusos, como o olfato, que nos faz reconhecer um cheiro de fumaça, ou pela gustação que permite a identificação do sabor de algo.
- **Funções Executivas (FE):** Compõem uma noção neuropsicológica que diz respeito aos processos mentais responsáveis pela organização e execução de tarefas. Consistem em pensamento dedutivo, pensamento lógico, planejamento, tomada de decisões e solução de problemas. O cotidiano de uma ampla gama de questões, desde as mais básicas até as mais complicadas, na vida de uma pessoa gera todos esses processos cognitivos. Portanto, independentemente do grau de dificuldade da questão, o indivíduo deve ser capaz de avaliar a circunstância, empregar métodos e prever os efeitos de sua escolha.

As funções cognitivas, em todo o seu espectro, podem sofrer influência de diversos fatores como a genética, idade, saúde geral, estilo de vida adotado, o ambiente ao redor e as experiências de vida pessoais. Também pode ser afetada por condições clínicas como lesões cerebrais, transtornos neuropsiquiátricos, estresse, perturbação do sono e uso de diversos medicamentos (TYNDALL, 2018).

Os processos cognitivos, incluindo raciocínio, planejamento, tomada de decisões, controle motor, atenção, flexibilidade mental e controle inibitório, combinados concebem as funções executivas. Essas funções estão relacionadas a áreas cerebrais que podem incluir o córtex pré-frontal e o sistema límbico. Os processos executivos, principalmente

na região pré-frontal, não são completamente desenvolvidos nos adolescentes. Entretanto, entre o início e o final da adolescência, no processo comum de desenvolvimento, há um período em que ocorre a maturidade, propiciando a forma como o indivíduo irá interagir com seu ambiente psicossocial. Quando ocorre algum tipo de disfunção na FE, comportamentos como impulsividade, dificuldade em mudar de tarefa, falta de atenção e dificuldade no planejamento podem surgir (DIAMOND, 2013; ASSIS et al., 2019)

A capacidade de tomar decisões bem-sucedidas é uma parte fundamental da função executiva. A FE tem sido associada ao processo de tomada de decisão que inclui a avaliação de informações importantes, o equilíbrio de possibilidades alternativas e a seleção da opção ideal (CLAYSON et al., 2012). A capacidade de fazer julgamentos sólidos é fundamental para o planejamento de atividades a longo prazo e a realização de objetivos pessoais.

Além disso, está presente na função executiva a capacidade de inibir respostas impulsivas. A inibição de uma reação excessiva, a interrupção de um padrão específico de resposta e o controle de interferência são os três processos conectados que compõem a inibição comportamental, que tem uma natureza única. De acordo com Barkley (1997), a inibição comportamental proporcionaria o atraso necessário para que os processos executivos ocorram, e é fundamental que a inibição comportamental seja preservada para que esses processos ocorram. Todo esse componente está associado à regulação das emoções e ao autocontrole, permitindo o comportamento adequado e controlado mesmo diante de situações desafiadoras (MIYAKE et al., 2000).

A capacidade de alternar entre tarefas também é um componente importante da FE. A flexibilidade cognitiva é a capacidade de alterar rapidamente a direção das atividades ou do pensamento em resposta às pressões ambientais. Essa habilidade está ligada à criatividade, à capacidade de processar várias informações simultaneamente, ao aprendizado com os fracassos, à criação de novas táticas e à atenção dividida. A flexibilidade cognitiva é fundamental para lidar principalmente com mudanças repentinas no dia a dia (ANDERSON et al., 2002; MIYAKE et al., 2000)

Por fim, a capacidade de manter a atenção e o foco em uma atividade específica ao longo do tempo também está incluída na FE. A condição de estar pronto por um

período específico para perceber e reagir a determinados estímulos refere-se à capacidade de manter uma reação constante ao se envolver em uma tarefa repetitiva (DIAMOND, 2013). A atenção sustentada se mostra necessária para a realização eficaz das diversas tarefas complexas que exigem concentração prolongada durante a vida.

Em resumo, a FE é fundamental para a saúde cognitiva e o controle eficiente das nossas habilidades mentais gerais. O desenvolvimento de táticas que apoiem a tomada de decisões mais eficazes, a resolução de problemas mais eficaz e o desempenho cognitivo ideal requer a compreensão e o aprimoramento da função executiva. Para desenvolver intervenções e estratégias que possam aprimorar essas habilidades e promover o sucesso em várias esferas da vida, inclusive no âmbito acadêmico e profissional, a pesquisa científica continuará a explorar e expandir nossa compreensão dos mecanismos subjacentes à função executiva (HAMDAN, 2009; PASCUAL, 2019).

## **1.2 Exercício físico e funções executivas**

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é um tipo de exercício que alterna breves explosões de atividade intensa com intervalos de descanso. Burgomaster et al. (2008) afirmam que esse tipo de exercício pode aumentar significativamente a capacidade aeróbica e, como resultado, os diferentes elementos fisiológicos que ela afeta.

Por outro lado, o alongamento é considerado como um exercício de intensidade leve, que possui objetivos diferentes do HIIT, como a promoção de flexibilidade maior dos músculos e articulações e ampliação da capacidade do movimento. Segundo LaForgia, Whithers e Gore (2006), esse tipo de treinamento, mesmo que inferior ao o HIIT na intensidade aeróbica, pode ocasionar melhorias na aptidão física geral e cardiovascular.

Os benefícios do exercício nos sistemas neurocognitivos foram associados a várias vias diferentes. Van Uffelen et al. (2008) verificaram que a caminhada, com uma frequência de 30-40 minutos, pode aumentar a memória e a atenção de pessoas idosas sedentárias. Em termos dos benefícios diretos do exercício, pode-se observar um aumento do fluxo sanguíneo cerebral (LUDYGA et al., 2020). Os tecidos musculares ativos têm uma necessidade maior de oxigênio durante o exercício, o que faz com que o



corpo responda com a dilatação dos vasos sanguíneos. O cérebro também é afetado por esse aumento do fluxo sanguíneo, que fornece oxigênio e os nutrientes adicionais de que precisa para funcionar adequadamente (MADSEN et al., 2015).

De acordo com a pesquisa de Ludyga et al. (2020), a atividade física também pode aumentar significativamente a memória de trabalho, um dos processos cognitivos ligados à FE. Além disso, o estudo de Hillman et al. (2008) indica que o exercício regular pode aumentar a velocidade de processamento de informações. Como resultado, a atividade física consistente demonstrou ser uma abordagem bem-sucedida para promover a saúde física e mental por meio de uma variedade de processos fisiológicos induzidos pela própria atividade (CHANG et al., 2012; LOPRINZINI et al., 2018).

Outros estudos já demonstraram o efeito de prazer e excitação induzido pela  $\beta$ -endorfina secretada durante o exercício físico (MEYER, SCHWARZ & KINDERMANN, 2000). Secreções como catecolaminas, hormônio adrenocorticotrópico e vasopressina também apresentam níveis plasmáticos aumentados na circulação sanguínea periférica imediatamente após o exercício (MCMORRIS, COLLARD & CORBETT, 2008). Acredita-se que o aumento da secreção de neurotransmissores no sistema nervoso central, o que esteja associado à excitação elevada e, conseqüentemente, à melhora o desempenho cognitivo (VERBURGH, 2013).

Também foi demonstrado que o exercício pode aumentar os níveis de fatores de desenvolvimento neural, como o BDNF (*Brain Derived Neurotrophic Factor*). A neuroplasticidade, ou a capacidade do cérebro de mudar e criar conexões sinápticas, é regulada principalmente pelo BDNF. Ele ajuda na formação das áreas envolvidas no aprendizado, nas experiências e na memória, incentivando a criação e a sobrevivência de novos neurônios e sinapses. Portanto, o aumento da síntese de BDNF provocado pelo exercício pode ajudar a melhorar a função cerebral (NOAKES, 2012).

Dessa forma, o exercício físico não apenas aumenta o fluxo sanguíneo, a oxigenação no cérebro e a secreção de novos neurotransmissores, mas também proporciona um ambiente propício para a função cognitiva, estimulando a produção de fatores neurotróficos, a neuroplasticidade e a formação de novas conexões neurais (VERBURGH, 2013).

Há outros aspectos, além do exercício, que também são fundamentais para a saúde cognitiva. Por exemplo, uma alimentação saudável é fundamental para fornecer ao cérebro nutrientes como ácidos graxos ômega-3, vitaminas do complexo B e antioxidantes (GOMEZ-PINILLA, 2008). Uma dieta equilibrada, repleta de peixes, frutas, legumes e grãos integrais, tem sido associada a uma melhor função cognitiva e a um menor risco de demência e declínio cognitivo, de acordo com estudos (MORRIS et al., 2015).

Da mesma forma, dormir o suficiente é essencial para um bom desempenho cognitivo. De acordo com Alhola & Polo-Kantolla (2007), a privação do sono tem sido associada a deficiências na atenção, na memória e na função executiva. Estudos mostram uma correlação entre a duração e a regularidade do sono e a função cognitiva, com evidências que apontam para os benefícios de um sono adequado para a consolidação da memória e o processamento de informações (MEDNICK et al., 2003).

Todos esses mecanismos citados, combinados podem explicar parcialmente vários benefícios do exercício físico na função executiva e outras funções cognitivas. Esses efeitos imediatos provavelmente são causados por um aumento no fluxo sanguíneo cerebral e, como resultado, na disponibilidade de nutrientes. Paralelamente, há dados que apontam para um aumento na atividade dos neurotransmissores como um mediador potencial do impacto imediato do exercício. Por outro lado, acredita-se que o exercício crônico estimule a plasticidade sináptica e as modificações estruturais no cérebro, o que resultaria em ganhos cognitivos.

Diante da ampla evidência acerca da influência do exercício físico sob as funções cognitivas, nosso grupo interessou-se em investigar o efeito agudo provocado pelo exercício físico de alta intensidade, como uma possível estratégia a ser prescrita e recomendada a jovens estudantes, antes do início de atividades acadêmicas. Nesse trabalho será investigada a influência do exercício agudo nas funções executivas.

### 1.3. Objetivos

#### Objetivo Geral

O presente estudo se propõe a avaliar o efeito do exercício físico de alta intensidade e do alongamento sobre as funções executivas, em estudantes jovens adultos.

#### Objetivos Específicos

- Investigar a prática de exercício físico habitual da amostra, por meio do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ-short);
- Avaliar as funções executivas antes e depois de uma sessão de exercício físico (HIIT ou alongamento), por meio da aplicação do Five Digit Test (FDT)
- Comparar a variação individual nos resultados do teste FDT, antes e após a realização do exercício físico (HIIT ou alongamento);
- Comparar o efeito da realização de exercício físico HIIT *versus* alongamento nas funções executivas, avaliadas pelo teste *Five Digit Test*.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização da amostra**

Para esse estudo foram selecionados jovens saudáveis, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 27 anos, matriculados em alguma instituição de ensino. Foram excluídos os participantes que apresentaram histórico de doenças vasculares e cardíacas, que se declararam dependentes químicos, gestantes ou que apresentaram impossibilidade ou contraindicação à prática de exercícios físicos.

Os participantes foram recrutados a partir de contato pessoal ou divulgação do estudo por mídias sociais, no município de São Paulo.

### **2.2 Aspectos éticos**

Os participantes elegíveis ao estudo tomaram conhecimento do estudo e, de acordo com o proposto, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). O TCLE apresenta um resumo do estudo e os aspectos éticos da participação voluntária, assim como o contato dos pesquisadores, caso o participante tivesse quaisquer dúvidas.

### **2.3. Dados pessoais**

Para caracterização da amostra e aplicação dos critérios de inclusão/ exclusão, foram coletados: idade, sexo, presença de transtornos psicológicos previamente diagnosticados, medicamentos de uso contínuo e turno em que o participante estudava, via formulário eletrônico (Google Forms).

### **2.4 Instrumentos de pesquisa**

Para a avaliação do nível de atividade física prévio, cada participante respondeu ao IPAQ-SF (Questionário Internacional de Atividade Física- versão curta). Já a avaliação das funções executivas, pré e pós-intervenção, foram avaliadas pelo instrumento *Five Digit Test* (FDT).

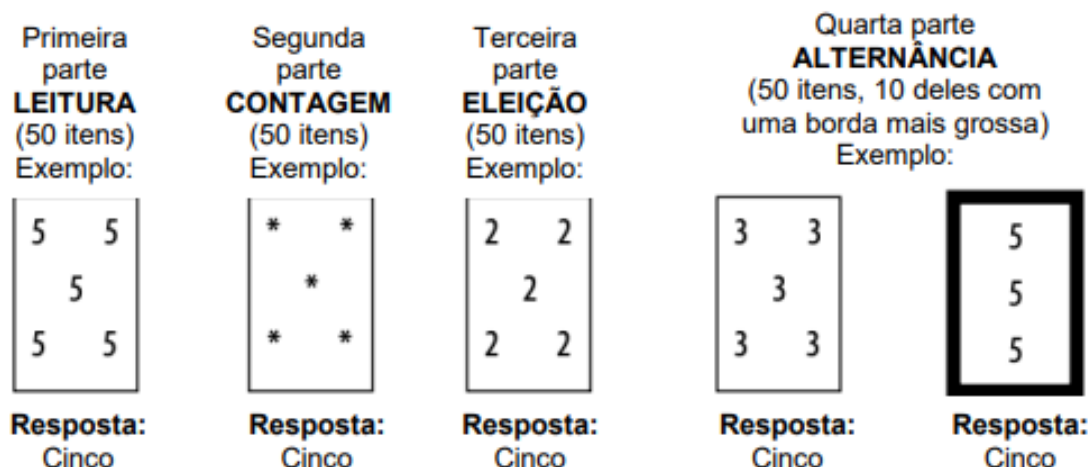
Abaixo estão detalhadas as características de cada um dos instrumentos de pesquisa empregados nesse estudo.

• **International physical activity questionnaire-Short Form (IPAQ-SF):** O IPAQ-SF é um questionário internacional, usado como medida para avaliar o nível de atividade física de um indivíduo. Ele foi desenvolvido para coletar informações sobre a quantidade e a intensidade da atividade física realizada nas últimas semanas. O formulário curto registra a atividade de quatro níveis de intensidade: 1) atividade de intensidade vigorosa, como exercício aeróbico, 2) atividade de intensidade moderada, como lazer e ciclismo, 3) caminhada e 4) tempo sentado (CRAIG et al., 2003). A aplicação do questionário ocorreu via formulário eletrônico (Google Forms).

• **Five Digit Test (FDT):** Padronizado por Sedó e colaboradores (2015), corresponde a um teste neuropsicológico que objetiva medir a velocidade de processamento cognitivo, a capacidade de focar, lidar com interferências, assim como alternar a atenção entre estímulos (subcomponentes controle inibitório e flexibilidade cognitiva). O teste consiste, então, em quatro etapas distintas (Figura 2): a) leitura de números; b) contagem de símbolos; c) contagem de números incongruentes com o símbolo apresentado; e d) contagem e leitura de números de forma alternada. O instrumento disponibiliza, ainda, dois índices adicionais de inibição e flexibilização, gerado por meio dos escores obtidos nas quatro etapas. Sendo assim, mede-se o tempo de resposta e o número de erros cometidos a partir de quatro tarefas de conteúdo similar e dificuldade crescente. A aplicação do teste aconteceu individualmente e durou, aproximadamente, dez minutos. O instrumento é destinado para indivíduos de 6 a 92 anos. O teste FDT foi aplicado e corrigido (as classificações do instrumento podem ser observadas na Tabela 1) por uma psicóloga parceira.

**Tabela 1.** Percentis para avaliação do score no FDT.

PERCENTIL	
Acima do esperado	95
Esperado	25 a 75
Abaixo do esperado	5

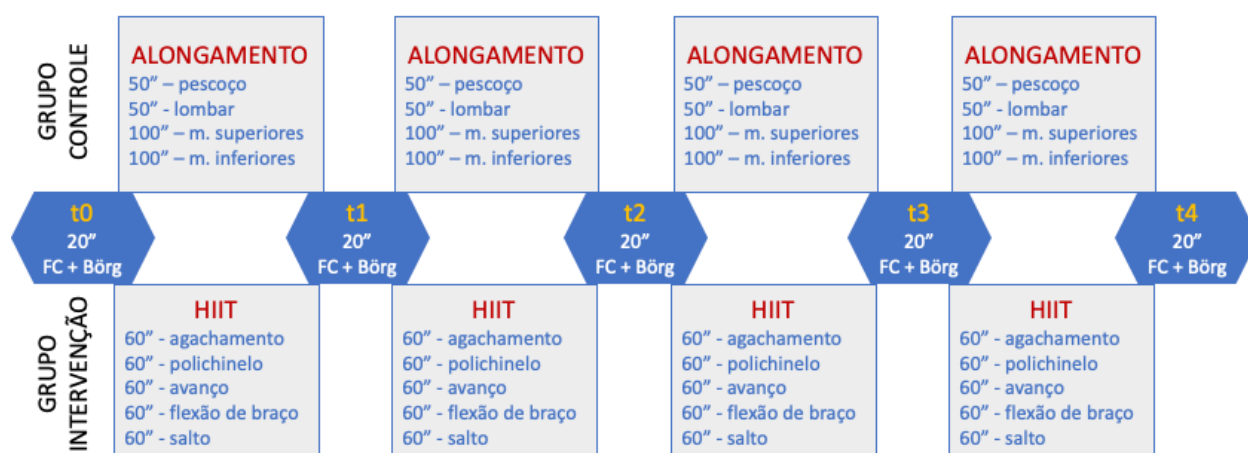


**Figura 2.** Representação esquemática do Estrutura do *Five Digit Test* (FDT).

## 2.5 Protocolo de Intervenção

Os participantes foram inicialmente aleatorizados em dois grupos, os quais praticariam uma sessão de 21 minutos de HIIT ou 21 minutos de alongamento. Ao final, obtemos 67 indivíduos para o grupo alongamento (controle) e 78 para o grupo HIIT.

Em ambos os grupos, aplicou-se uma série com 5 exercícios, realizados por um minuto cada, com intervalo de 20 segundo de descanso. As séries foram repetidas quatro vezes, totalizando os 21 minutos de exercício total (Fig. 2).



**Figura 2:** Representação esquemática das séries de exercícios realizados pelos grupos controle (agachamento) e intervenção (HIIT), com apontamento dos intervalos de tempo para coleta de dados (t0-t4).

Antes do exercício e após cada série foram coletados os dados de frequência cardíaca (FC), por meio de um oxímetro de dedo (G-Tech®), assim como foi avaliado o cansaço do participante, pela classificação segundo escala Börg.

Por fim, vale destacar que o grupo alongamento realizou a atividade em área coberta e arejada, enquanto o grupo HIIT foi exposto às variações climáticas do ambiente externo.

## **2.6 Análise de dados**

Os dados coletados foram organizados em planilhas no programa Microsoft Excel® e posteriormente exportados para o programa de análise estatística JASP (Versão 0.16.4, Intel).

As informações sobre sexo biológico, score e classificação do questionário IPAQ-short, as avaliações do cansaço (Börg) e as medidas de frequência cardíaca dos 145 participantes foram analisadas pela estatística descritiva, com determinação da média, desvio padrão e valores mínimo/máximo de cada variável quantitativa.

Após avaliação da normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, verificou-se distribuição não normal para os resultados do FDT. Assim, para a análise de associação entre as variáveis, utilizou-se os testes de Wilcoxon para comparação intragrupo e teste U de Mann-Whitney para comparação entre grupos, ambos com probabilidade de significância de  $p < 0,05$ .

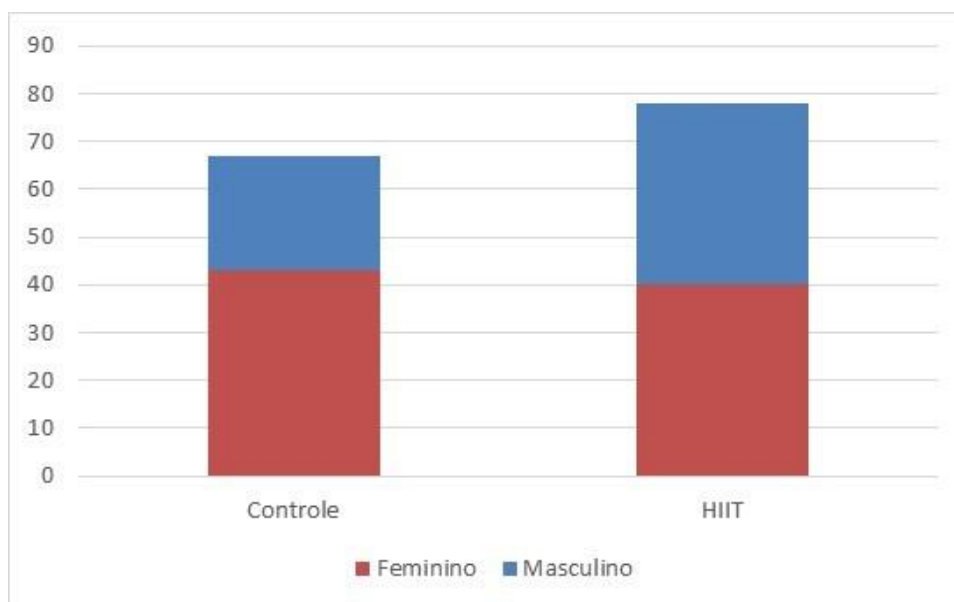
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra desse estudo foi composta por 145 participantes, dos quais 83 eram do sexo feminino e 62 do sexo masculino, com idades entre 18 e 27 anos.

Os participantes responderam ao IPAQ-short e foram classificados como muito ativos (n=110); ativos (n=22); irregularmente ativos (n=9) e sedentários (n=4), como escala para o nível de atividade física prévio.

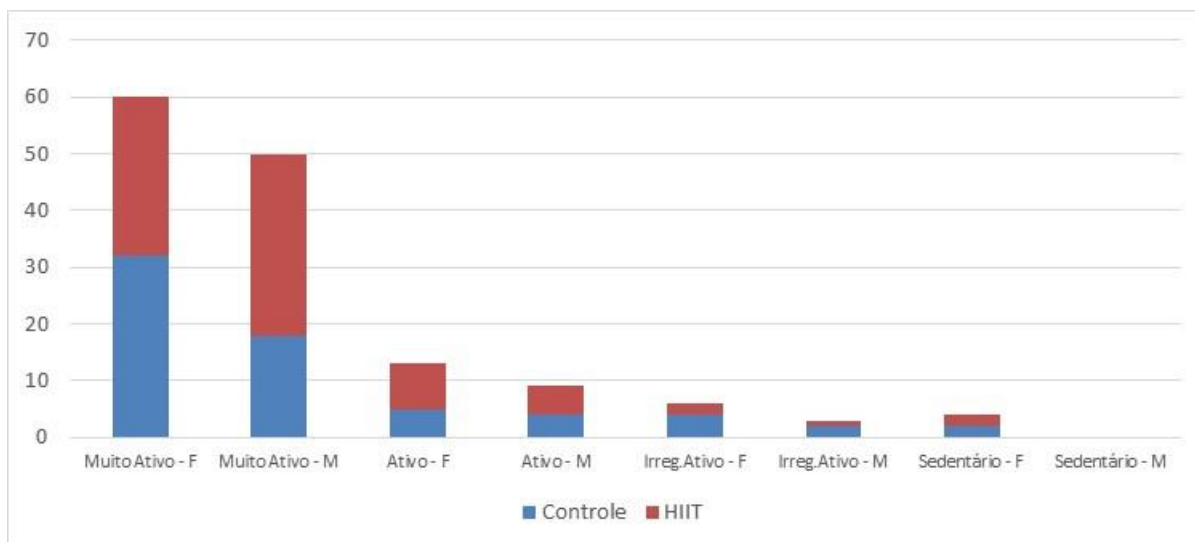
Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos, compondo o grupo controle/alongamento (n=67) e grupo intervenção/HIIT (n=78). A distribuição dos sexos em cada grupo experimental está demonstrada no gráfico 1 e quanto ao nível de atividade física no gráfico 2.

Os dois grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas em relação a distribuição dos sexos e no nível de atividade física. Dessa forma, foram considerados homogêneos frente a essas duas variáveis.



**Gráfico 1** - Distribuição de sexo de acordo com o grupo HIIT e Controle (alongamento) ( $p = 0,118$ ).

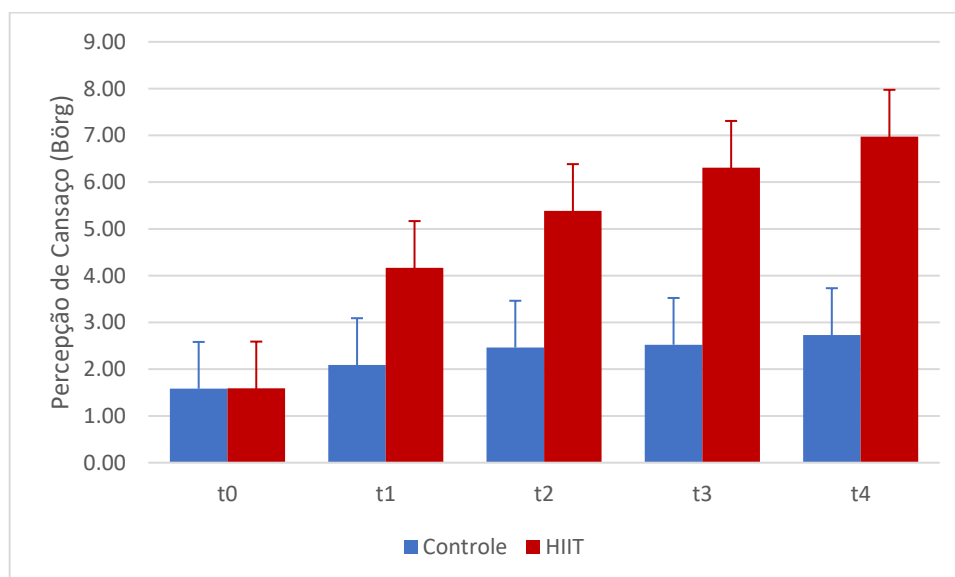




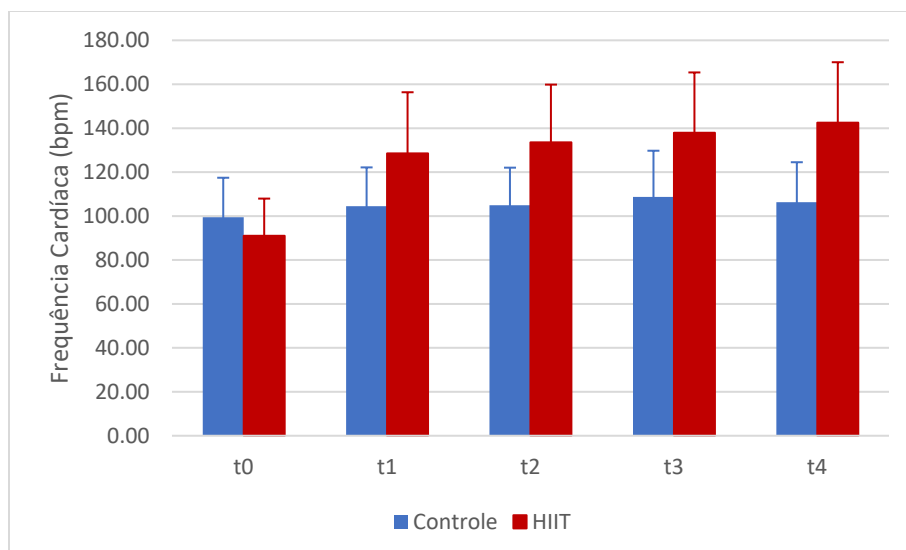
**Gráfico 2** - Distribuição dos participantes de cada grupo experimental, segundo sexo (F – feminino; M – masculino) e classificação no IPAQ-short ( $p= 0,612$ ).

Antes, durante e ao final das quatro séries de exercício físico, os participantes foram submetidos à avaliação do cansaço (escala de Börg) e aferição da frequência cardíaca.

O efeito de cada intervenção (Controle e HIIT) pode ser verificado pela comparação dessas duas variáveis, entre os dois grupos (Gráficos 3 e 4).



**Gráfico 3** - Variação da percepção de cansaço (escala de Börg) nos dois grupos experimentais, durante o exercício.



**Gráfico 4** - Variação de frequência cardíaca nos dois grupos experimentais, durante o exercício.

A tabela 2 apresenta as médias, desvios padrão, além dos valores mínimo e máximo para cada uma das variáveis quantitativas, separados por grupo experimental. Ainda, pode-se observar os valores de  $p$  para as comparações entre os grupos (Mann-Whitney). A composição etária dos dois grupos foi bem semelhante, com idade média de 20,43 anos no grupo controle e 20,62 no grupo HIIT ( $p = 0,726$ ).

**Tabela 2** – Caracterização dos grupos controle (C) e intervenção (HIIT) quanto à idade e desempenho no exercício físico, medido pela percepção de cansaço e frequência cardíaca.

Variáveis Quantitativas		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	$p$ (Mann-Whitney) Controle x HIIT	
Idade	C	20,43	1,88	18	25	0,726	
	HIIT	20,62	1,87	18	27		
Cansaço (Börg)	t0	C	1,58	1,72	0	5	0,413
		HIIT	1,59	2,22	0	8	
	t1	C	2,09	1,74	0	6	< 0,001
		HIIT	4,16	2,14	0	10	
	t2	C	2,46	1,76	0	7	< 0,001
		HIIT	5,38	2,11	0	10	
	t3	C	2,52	1,80	0	7	< 0,001
		HIIT	6,30	2,25	1	10	
	t4	C	2,73	2,03	0	8	< 0,001
		HIIT	6,97	2,33	1	10	
Frequência Cardíaca	t0	C	99,44	17,99	64	150	0,009
		HIIT	91,00	16,95	60	126	
	t1	C	104,46	17,68	75	145	< 0,001
		HIIT	128,56	27,79	62	183	
	t2	C	104,89	17,13	73	150	< 0,001
		HIIT	133,52	26,32	63	185	
	t3	C	108,73	21,01	67	185	< 0,001
		HIIT	137,91	27,47	66	182	
	t4	C	106,31	18,19	66	150	< 0,001
		HIIT	142,54	27,48	65	196	

A comparação das médias da escala de Börg para a percepção do cansaço entre o grupo controle e grupo HIIT não apresentaram diferenças significativas no instante t0 (antes do exercício), mas mostraram-se estatisticamente distintas ( $p < 0,001$ ) durante todos os demais momentos (t1 a t4), demonstrando a intensidade da série de exercícios HIIT.

De maneira semelhante, a diferença entre as médias da frequência cardíaca também foi estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ) entre os grupos, nos instantes t1 a t4. Como o HIIT é uma forma de exercício de alta intensidade, capaz de aumentar consideravelmente a frequência cardíaca, esses resultados estão de acordo com o que se esperava (BURGOMASTER et al., 2008), sugerindo assim que a intervenção foi eficaz na alteração da resposta cardiovascular.

Uma vez demonstrada a homogeneidade entre os grupos para sexo, idade e nível de atividade física e confirmado o efeito físico do treinamento HIIT, analisou-se a os resultados obtidos no teste FDT, para avaliação das funções executivas.

Como descrito anteriormente, o instrumento FDT avalia habilidades de leitura, contagem, escolha, alternância, inibição e flexibilidade. Com o objetivo de avaliar o efeito do alongamento e do HIIT, comparou-se os escores pré e pós exercício. No entanto, foi a comparação entre os grupos controle (alongamento) e HIIT que permitiu a avaliação do efeito do exercício agudo nas funções executivas.

As médias de cada grupo, no período pré e pós exercício, para cada elemento do teste FDT estão apresentados nas tabelas 3 e 4. A tabela 3 apresenta a comparação entre o período pré-exercício e pós-exercício, para cada um dos grupos.

Ao compararmos os escores intragrupo e levando em conta o elemento "Leitura" no grupo de controle, as médias pré e pós são bastante próximas (47,463 e 51,791, respectivamente), com valor de  $p = 0,115$ . Isso mostra que não houve diferença estatisticamente significativa na melhora da capacidade de leitura do grupo de controle entre após o treino de alongamento.

Os escores obtidos em todos os outros elementos apresentaram incremento no momento pós-exercício, indicando uma melhora no desempenho dessas habilidades, tanto para o grupo controle, que realizou alongamento, quanto para o grupo HIIT. Pode

ser que as diferenças observadas nos dois grupos se devam a um possível efeito de aprendizagem decorrente da repetição do teste após cerca de 30 a 60 minutos (reteste).

Um estudo realizado por Campos et al. (2016) avaliou 49 adultos brasileiros, com a finalidade de analisar a confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos (FDT). Os participantes desse estudo realizaram a repetição do teste com um intervalo de aproximadamente duas semanas. O tempo de resposta médio dos participantes apresentou discreta melhora nas etapas mais simples do teste e mais acentuada nas etapas mais complexas; entretanto não apresentou um resultado estatisticamente significativo que indicasse um efeito de aprendizado.

Ainda assim, existem poucos estudos que avaliam a propriedade de teste-reteste para o FDT, gerando uma dúvida sobre a necessidade de reexaminar a ferramenta de avaliação em si ou procurar outros métodos de avaliação das funções executivas.

**Tabela 3** – Avaliação das funções executivas antes e após o exercício físico, em cada grupo experimental.

Grupo	Elementos FDT	Momento	N	Média	Desvio Padrão	p (Wilcoxon)
CONTROLE	Leitura	pré	67	47.463	29.016	0,115
		pós	67	51.791	29.870	
	Contagem	pré	67	43.657	29.754	< .001
		pós	67	57.313	33.033	
	Escolha	pré	67	42.761	28.154	< .001
		pós	67	60.448	30.856	
	Alternância	pré	67	40.746	27.720	< .001
		pós	67	66.269	30.356	
	Inibição	pré	67	39.552	27.244	< .001
		pós	67	57.104	29.476	
	Flexibilidade	pré	67	39.478	25.047	< .001
		pós	67	62.687	26.662	
	SCORE TOTAL	pré	67	253.657	123.072	< .001
		pós	67	609.269	257.534	
HIIT	Leitura	pré	78	49.615	24.118	< .001
		pós	78	59.038	28.181	
	Contagem	pré	78	42.564	27.347	< .001
		pós	78	61.603	28.484	
	Escolha	pré	78	43.269	29.419	< .001
		pós	78	68.397	28.013	
	Alternância	pré	78	43.910	26.490	< .001
		pós	78	67.308	26.964	
	Inibição	pré	78	42.949	26.973	< .001
		pós	78	61.218	25.267	
	Flexibilidade	pré	78	45.128	25.786	< .001
		pós	78	64.615	22.917	
	SCORE TOTAL	pré	78	224.260	125.000	< .001
		pós	78	646.090	224.260	

A comparação entre os escores obtidos pelos grupos controle e HIIT nos períodos pré-exercício e pós-exercício não demonstrou qualquer significância estatística (tabela 4).

**Tabela 4** – Comparação das funções executivas antes e após o exercício físico.

Período	Elemento FDT	Grupo	N	Média FDT	DevPad	p (Mann-Whitney)
Pré	Leitura	CONTROLE	67	47.463	29.016	0,577
		HIIT	78	49.615	24.118	
	Contagem	CONTROLE	67	43.657	29.754	0,851
		HIIT	78	42.564	27.347	
	Escolha	CONTROLE	67	42.761	28.154	0,948
		HIIT	78	43.269	29.419	
	Alternância	CONTROLE	67	40.746	27.720	0,415
		HIIT	78	43.910	26.490	
	Inibição	CONTROLE	67	39.552	27.244	0,444
		HIIT	78	42.949	26.973	
	Flexibilidade	CONTROLE	67	39.478	25.047	0,192
		HIIT	78	45.128	25.786	
	FDT TOTAL	CONTROLE	67	253.657	123.072	0,480
		HIIT	78	267.436	120.488	
Pós	Leitura	CONTROLE	67	51.791	29.870	0,145
		HIIT	78	59.038	28.181	
	Contagem	CONTROLE	67	57.313	33.033	0,541
		HIIT	78	61.603	28.484	
	Escolha	CONTROLE	67	60.448	30.856	0,115
		HIIT	78	68.397	28.013	
	Alternância	CONTROLE	67	66.269	30.356	0,942
		HIIT	78	67.308	26.964	
	Inibição	CONTROLE	67	57.104	29.476	0,538
		HIIT	78	61.218	25.267	
	Flexibilidade	CONTROLE	67	62.687	26.662	0,840
		HIIT	78	64.615	22.917	
	FDT TOTAL	CONTROLE	67	609.269	257.534	0,455
		HIIT	78	646.090	224.260	
$\Delta$ Pós-Pré	Leitura	CONTROLE	67	4.328	21.425	0,086
		HIIT	78	9.423	22.563	
	Contagem	CONTROLE	67	13.657	20.589	0,061
		HIIT	78	19.038	18.779	
	Escolha	CONTROLE	67	17.687	22.468	0,057
		HIIT	78	25.128	26.074	
	Alternância	CONTROLE	67	25.522	26.956	0,852
		HIIT	78	23.397	25.931	
	Inibição	CONTROLE	67	17.552	27.520	0,874
		HIIT	78	18.269	24.952	
	Flexibilidade	CONTROLE	67	23.209	27.299	0,553
		HIIT	78	19.487	25.401	
	FDT TOTAL	CONTROLE	67	355.612	145.687	0,513
		HIIT	78	378.654	119.440	

Frente ao exposto, optou-se por verificar se haveria diferença no valor de incremento de cada score. Assim, comparou-se tanto a variação do escore do FDT ( $\Delta$

Pós-Pré) entre os grupos controle e HIIT, assim como dos escores totais pós-exercício. Em todos os casos, foi observada uma diferença positiva, majoritariamente no HIIT, mas sem valor estatístico.

O estudo de Mekari et al. (2020) conduziu uma pesquisa para avaliar os efeitos do treinamento HIIT em comparação com um treinamento contínuo, de intensidade moderada, porém sem interrupções, sobre o desempenho cognitivo em 25 adultos jovens saudáveis. A amostra do estudo possuía idade de 32 anos com desvio padrão de 8 anos. Para avaliar o desempenho cognitivo dos participantes foi utilizado o Computerized Modified Stroop Task. Esse teste também avalia funções cognitivas como atenção, memória operacional e controle inibitório. A aplicação desse teste foi realizada antes e após o período de treinamento, permitindo a comparação dos resultados pré e pós.

Depois de um período de oito semanas de treinamento, os resultados mostraram que os dois grupos (HIIT e contínuo) indicaram melhorias estatisticamente significativas no desempenho cognitivo em comparação ao grupo de controle. Os pesquisadores também observaram que o treinamento HIIT foi mais eficaz em melhorar o desempenho nos elementos de memória operacional e controle inibitório, em comparação com o treinamento contínuo.

Dito isso, um aumento substancial era esperado no resultado final do FDT no grupo HIIT em comparação com o controle, o que não se comprovou. Essa expectativa baseava-se também na hipótese de que o treinamento HIIT agudo, por produzir um aumento significativo na frequência cardíaca, como visto na análise do gráfico 4, resultaria em uma maior oxigenação cerebral (HILLMAN et al., 2008), e com esse incremento, ocorreria uma melhora significativa das funções executivas (LUDYGA et al., 2020).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa se propôs a investigar como o exercício físico agudo afeta o desempenho das funções executivas de jovens estudantes. A escolha desse tema se deve à importância das funções executivas no contexto acadêmico, social e profissional, bem como à crescente preocupação com os métodos para maximizar o desenvolvimento cognitivo durante esse período crucial da vida.

Além disso, a fase de desenvolvimento dos jovens estudantes, marcada por mudanças significativas no cérebro e no desempenho cognitivo, justifica a escolha desse grupo para participar desta pesquisa. O estudo dos efeitos do exercício agudo sobre esse grupo específico poderia fornecer informações importantes para o desenvolvimento de estratégias de intervenção que melhorem o desempenho acadêmico e cognitivo de uma maneira saudável.

Diversas literaturas apresentadas nessa pesquisa examinaram e destacaram como o exercício físico afeta o desempenho das FE. Porém não há muitos estudos que exploram especificamente os efeitos agudos e imediatos da atividade física. Com isso, essa pesquisa buscou preencher essa lacuna, avaliando o impacto imediato do exercício físico na capacidade de atenção, memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva, que são aspectos fundamentais das funções executivas.

O trabalho proposto conseguiu avaliar o efeito do exercício físico de alta intensidade e do alongamento sobre as funções executivas, em estudantes jovens. Observou-se uma melhora significativa nos dois grupos de exercício, sugerindo a hipótese de que uma sessão de exercícios HIIT e/ou alongamento pode ser recomendadas a jovens adultos como ação impulsionadora e de efeito agudo para as funções cognitivas e executivas.

Entretanto, não houve uma melhora significativa nos escores do FDT na comparação entre o exercício HIIT e o alongamento. Para esse aspecto, duas considerações importantes devem ser levadas em conta: um possível efeito de aprendizagem da repetição do teste FDT em um curto período de intervalo e um número amostral insuficiente para detectar uma diferença. Em contrapartida, também devemos

considerar que se trata de uma habilidade cognitiva complexa, de modo que se torna improvável que poucas variáveis determinem tal performance.

Como perspectivas futuras, é sugerido que estudos adicionais considerem a inclusão de variáveis como a qualidade de sono e o estado de sonolência diurna, alimentação e fatores psicológicos, como ansiedade, depressão e estresse, uma vez que estes são fatores ambientais que também são conhecidamente associados à cognição e podem apresentar um papel importante nos resultados.



**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

ASSIS, R. L. DE A.; JUNHO, B. T.; CAMPOS, V. R. Menor performance das funções executivas prediz maior consumo de álcool e tabaco em adolescentes. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 68, n. 3, p. 146–152, jul. 2019.

AHMED, H. M. et al. Effects of physical activity on cardiovascular disease. **The American journal of cardiology**, v. 109, n. 2, p. 288-295, 2012.

ALHOLA, P.; POLO-KANTOLA, P. Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. **Neuropsychiatric Disease and Treatment**, v. 3, n. 5, p. 553-567, 2007.

ARMAMENTO-VILLAREAL, R. et al. Effect of aerobic or resistance exercise, or both, on bone mineral density and bone metabolism in obese older adults while dieting: a randomized controlled trial. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 35, n. 3, p. 430-439, 2020.

ANDERSON, V. I. A. et al. Relationships between cognitive and behavioral measures of executive function in children with brain disease. **Child neuropsychology**, v. 8, n. 4, p. 231-240, 2002.

BADDELEY, A. Working memory and language: An overview. **Journal of Communication Disorders**, v. 36, n. 3, p. 189-208, 2003.

BAMMAN, M. M.; ROBERTS, B. M.; ADAMS, G. R. Molecular Regulation of Exercise-Induced Muscle Fiber Hypertrophy. **Cold Spring Harb Perspect Med**, v. 8, n. 6, p. a029751, jun. 2018.

BARKLEY, R. A. Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. **Psychological Bulletin**, v. 121, n. 1, p. 65-94, 1997.

BRAHM, H. et al. Net fluxes over working thigh of hormones, growth factors and biomarkers of bone metabolism during short-lasting dynamic exercise. **Calcif Tissue Int**, v. 60, p. 175-180, 1997.

BURGOMASTER, K. A. et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **The Journal of physiology**, v. 586, n. 1, p. 151-160, 2008.

- CADORE, E. L.; BRENTANO, M. A.; KRUEL, L. F. M. Effects of the physical activity on the bone mineral density and bone remodeling. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, p. 373-379, 2005.
- CAMPOS, M. C. et al. Confiabilidade do Teste dos Cinco Dígitos em adultos brasileiros. **Jornal Brasileiro de Psiquiatria**, v. 65, p. 135-139, 2016.
- CHANG, Y. et al. The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. **Brain research**, v. 1453, p. 87-101, 2012.
- CLAYSON, P. E.; LARSON, M. J. Cognitive performance and electrophysiological indices of cognitive control: a validation study of conflict adaptation. **Psychophysiology**, [S.l.], v. 49, n. 5, p. 627-637, 2012.
- CRAIG, C. L. et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-country reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, p. 1381-1395, 2003.
- DIAMOND, A. Executive functions. **Annual review of psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.
- FOURNIER, B. et al. Benefits of a Pole Walking Program Offered by Community Organizations on Physical Fitness, Psychological Well-Being, and Cognitive Function Among Older Adults. **Journal of Aging and Physical Activity**, v. 27, n. 5, p. 653-662, 2019.
- GÓMEZ-PINILLA, F. Brain foods: The effects of nutrients on brain function. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 9, n. 7, p. 568-578, 2008.
- GUSZKOWSKA, M. Effects of exercise on anxiety, depression and mood. **Psychiatria polska**, v. 38, n. 4, p. 611-620, 2004.
- HAMDAN, A. C.; PEREIRA, A. P. DE A. Avaliação neuropsicológica das funções executivas: considerações metodológicas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 22, n. 3, p. 386-393, 2009.
- HILLMAN, C. H. et al. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 9, n. 1, p. 58-65, 2008.
- HU, M. X. et al. Exercise interventions for the prevention of depression: a systematic review of meta-analyses. **BMC Public Health**, v. 20, p. 1255, 2020.

- KEMMLER, W. et al. Exercise effects on bone mineral density, falls, coronary risk factors, and health care costs in older women: the randomized controlled senior fitness and prevention (SEFIP) study. **Archives of internal medicine**, v. 170, n. 2, p. 179-185, 2010.
- KEMMLER, W.; KOHL, M.; VON STENGEL, S. Effects of Resistance Exercise on Osteoporosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Osteoporosis International**, v. 27, n. 2, p. 317-330, 2016.
- LAFORGIA, J.; WITHERS, R. T.; GORE, C. J. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. **Journal of sports sciences**, v. 24, n. 12, p. 1247-1264, 2006.
- LAVIE, C. J. et al. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. **Circulation**, v. 137, n. 9, p. 926-933, 2019.
- LEZAK, M. D. Neuropsychological Assessment. 3. ed. **Oxford University Press**, 1995.
- LOPRINZI, P. D. et al. The Effects of Exercise on Memory Function Among Young to Middle-Aged Adults: Systematic Review and Recommendations for Future Research. **American Journal of Health Promotion**, v. 32, n. 3, p. 691-704, 2018.
- LUDYGA, S. et al. **The Acute Effects of Exercise on Cognitive Performance: A Meta-Analysis**. *Brain Sciences*, v. 10, n. 12, p. 1–27, 2020.
- MAMMEN, M.; FAULKNER, G. Physical activity and the prevention of depression: a systematic review of prospective studies. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 45, n. 5, p. 649-657, nov. 2013. DOI: 10.1016/j.amepre.2013.08.001. PMID: 24139780.
- MADSEN, T. M. et al. Increased hippocampal neurogenesis and enhanced cued fear memory following aerobic exercise depends on the hippocampus-dependent pattern separation task. **Journal of Neuroscience**, v. 35, n. 5, p. 1783-1794, 2015.
- MCARDLE, W. D., KATCH, F. I., KATCH, V. L. **Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance**. Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
- MCCARTHY, J. P. et al. Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. **Journal of Applied Physiology**, Rockville, v. 119, n. 3, p. 242-249, set. 2015
- MCMORRIS, T.; COLLARD, K.; CORBETT, J. et al. Test of the catecholamines hypothesis for an acute exercise-cognition interaction. **Pharmacology, Biochemistry, and Behavior**, v. 89, p. 106-115, 2008.

- MEDNICK, S. C.; NAKAYAMA, K.; STICKGOLD, R. Sleep-dependent learning: A nap is as good as a night. **Nature Neuroscience**, v. 6, n. 7, p. 697-698, 2003.
- MEKARI, S. et al. Effect of High Intensity Interval Training Compared to Continuous Training on Cognitive Performance in Young Healthy Adults: A Pilot Study. **Brain Sciences**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 81, 2020.
- MEYER, Tim; SCHWARZ, Lothar; KINDERMANN, Wilfried. Exercise and endogenous opiates. *Sports Endocrinology*, p. 31-42, 2000.
- MIYAKE, A. et al. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. **Cognitive Psychology**, v. 41, n. 1, p. 49-100, 2000.
- MORRES, I. D. et al. Aerobic exercise for adult patients with major depressive disorder in mental health services: A systematic review and meta-analysis. **Depress Anxiety**, v. 36, n. 1, p. 39-53, jan. 2019.
- MORRIS, M. C. et al. MIND diet associated with reduced incidence of Alzheimer's disease. **Alzheimer's & Dementia**, v. 11, n. 9, p. 1007-1014, 2015.
- NETZ, Y.; WU, M. J.; BECKER, B. J.; TENENBAUM, G. Physical activity and psychological well-being in advanced age: a meta-analysis of intervention studies. **Psychology and Aging**, v. 30, n. 2, p. 282-294, 2005.
- NOAKES, T. D. Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. **Frontiers in Physiology**, v. 3, p. 82, 2012.
- OCARINO, N. DE M.; SERAKIDES, R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 3, p. 164–168, maio 2006.
- PASCUAL, A.; MOYANO MUÑOZ, N.; QUÍLEZ ROBRES, A. The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. Article 1582, 2019.
- SCHUCH, Felipe B. et al. Exercise for depression in older adults: a meta-analysis of randomized controlled trials adjusting for publication bias. **Braz J Psychiatry**, v. 38, n. 3, p. 247-254, jul.-set. 2016.

SEDÓ, M. A. experimental stroop test for non-readers and non-english speakers. **National Academy of Neuropsychology**, New Orleans, 1996.

SEDÓ, M. A.; PAULA, J. J.; MALLOY-DINIZ, L. Five Digit Test (FDT)-Teste dos Cinco Dígitos. **São Paulo, Brazil: Hogrefe CETEPP**, 2015.

SUNDSTRUP, E. et al. Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 90-97, 2010.

TYNDALL, Amanda V. et al. Protective effects of exercise on cognition and brain health in older adults. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 46, n. 4, p. 215-223, 2018.

VAN UFFELEN, J. G. Z. et al. Walking or vitamin B for cognition in older adults with mild cognitive impairment? A randomized controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, p. 344-351, 2008.

VERBURGH, L. 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, 2013.

WEN, C. P. et al. Minimum amount of physical activity for reduced mortality and extended life expectancy: a prospective cohort study. **Lancet**, v. 378, p. 1244-1253, 2011.

WILLEMS, H. et al. Diet and exercise: a match made in bone. **Current Osteoporosis Reports**, v. 15, p. 555-563, 2017.

YAU, S. Y. et al. Physical exercise-induced adult neurogenesis: a good strategy to prevent cognitive decline in neurodegenerative diseases? **Biomed Res Int**, v. 2014, p. 403120, 2014.