



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

RENAN WALLACE GUIMARÃES DA ROCHA

**EFEITO AGUDO DO HIIT E DO ALONGAMENTO NO CONTROLE  
INIBITÓRIO, DESEMPENHO MATEMÁTICO E NA VARIABILIDADE DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA:** Um ensaio randomizado e cruzado.

BELÉM /PA

2022

RENAN WALLACE GUIMARÃES DA ROCHA

**EFEITO AGUDO DO HIIT E DO ALONGAMENTO NO CONTROLE  
INIBITÓRIO, DESEMPENHO MATEMÁTICO E NA VARIABILIDADE DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA: Um ensaio randomizado e cruzado.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano — PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. João Bento Torres Neto.

BELÉM

2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

R672e Rocha, Renan Wallace Guimarães da.  
EFEITO AGUDO DO HIIT E DO ALONGAMENTO NO  
CONTROLE INIBITÓRIO, DESEMPENHO MATEMÁTICO E  
NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA : Um  
ensaio randomizado e cruzado. / Renan Wallace Guimarães da  
Rocha. — 2022.  
IV, 45 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. João Bento Torres Neto  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano, Belém, 2022.

1. Exercício. 2. Cognição. 3. Função Executiva. I. Título.

CDD 571

RENAN WALLACE GUIMARÃES DA ROCHA

**EFEITO AGUDO DO HIIT E DO ALONGAMENTO NO CONTROLE  
INIBITÓRIO, DESEMPENHO MATEMÁTICO E NA VARIABILIDADE DA  
FREQUÊNCIA CARDÍACA: Um ensaio randomizado e cruzado.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano — PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. João Bento Torres Neto.

Data da avaliação 19/12/2022  
Conceito\_\_\_\_\_

Prof. Dr. João Bento Torres Neto  
Orientador – PPGCMH/UFPA

Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna  
PPGCMH/UFPA

Prof. Dr. Felipe Barreto Schuch  
UFMS

BELÉM

2022

## SUMÁRIO

|                                                                                                            |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1.INTRODUÇÃO.....</b>                                                                                   | <b>6</b>  |
| <b>1.1. Ansiedade ao Teste e Desempenho Acadêmico.....</b>                                                 | <b>7</b>  |
| <b>1.2. Ansiedade ao Teste, Controle Atencional e Integração Neurovisceral .....</b>                       | <b>9</b>  |
| <b>1.3. Impacto do HIIT na Cognição e na Ansiedade.....</b>                                                | <b>10</b> |
| <b>1.4. Exercício de alongamento e atividade vagal.....</b>                                                | <b>10</b> |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                                                   | <b>11</b> |
| <b>2.1. Geral.....</b>                                                                                     | <b>11</b> |
| <b>2.2. Específico.....</b>                                                                                | <b>11</b> |
| <b>3 MÉTODO .....</b>                                                                                      | <b>12</b> |
| <b>3.1. Protocolos de exercícios.....</b>                                                                  | <b>13</b> |
| 3.1.1. HIIT.....                                                                                           | 13        |
| 3.1.2. Alongamento Estático.....                                                                           | 13        |
| <b>3.2. Teste de Avaliação do Controle Inibitório.....</b>                                                 | <b>14</b> |
| 3.2.1. Teste matemático de aritmética (AMT) .....                                                          | 14        |
| 3.2.2. Teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT) .....                                             | 14        |
| <b>3.3. Dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca (HRV) .....</b>                                      | <b>15</b> |
| <b>3.4. Análise estatística.....</b>                                                                       | <b>15</b> |
| <b>4. RESULTADOS.....</b>                                                                                  | <b>16</b> |
| <b>4.1. Controle inibitório.....</b>                                                                       | <b>18</b> |
| <b>4.2. Teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT) e Teste matemático de aritmética (AMT) .....</b> | <b>21</b> |
| <b>4.3. Variabilidade da Frequência Cardíaca.....</b>                                                      | <b>24</b> |
| 4.3.1. Entropia da amostra (SampEn) .....                                                                  | 24        |
| <b>5. DISCUSSÃO.....</b>                                                                                   | <b>26</b> |
| <b>5.1. Limitações e pontos positivos.....</b>                                                             | <b>28</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO.....</b>                                                                                   | <b>28</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                    | <b>30</b> |
| <b>ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO CONSELHO DE ÉTICA EM PESQUISA.....</b>                                | <b>36</b> |
| <b>ANEXO B - Escala de Ansiedade do Teste Westside.....</b>                                                | <b>40</b> |
| <b>ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>                                           | <b>41</b> |

## RESUMO

**Introdução:** Alto nível de ansiedade ao teste (TA) é considerado como fator de risco para o baixo desempenho acadêmico e piora do bem-estar em estudantes. Objetivo: Avaliar o efeito do exercício intervalado de alta intensidade (HIIT) ou do alongamento estático (SS) sobre o desempenho matemático, controle inibitório e suas respectivas manifestações sobre a HRV, em crianças com ansiedade ao teste. **Metodologia:** Ensaio randomizado e cruzado, com 71 crianças escolares de  $10,98 \pm 1,01$  anos, divididas em dois grupos de acordo com a Escala de Ansiedade do Teste (Westside): TA baixa (LTA, 20), TA (MTA, 18) e TA elevada (HTA, 33). O matemático de aritmética (AMT), teste de controle inibitório de Flanke e teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT), foram realizados antes e após 11 minutos de exercício. Os exercícios físicos de HIIT e SS foram realizados por 4 minutos, com 8 séries de 20 segundos de esforço máximo e 10 segundos de descanso passivo. A HRV foi registrada por dispositivo validado (Polar® V800) e os segmentos respectivos aos repousos e testes, pré e pós exercício, analisados. As comparações inter e intragrupos foram efetuadas por estatística de estimativa, para avaliar o efeito do teste ATM, WMPT e de flanker sobre a SampEn nos grupos LTA, MTA e HTA, assim como o efeito do exercício. **Resultados:** A análise comparativa do WMPT revelou que o grupo HTA possui pior desempenho no teste quando comparado aos grupos LTA e MTA (MTA:  $d = 0,696$ ,  $p = 0,019$ ; LTA:  $d = 0,955$ ,  $p = 0,0006$ ), assim como no teste AMT (MTA:  $D = 0,721$ ,  $CI = 0,114, 1,3$ ,  $p = 0,0128$ ; LTA:  $D = 1,22$ ,  $CI = 0,623, 1,86$ ,  $p = 0,0$ ). Após o HIIT foi observado melhora do desempenho do teste WMPT no grupo LTA, MTA e HTA (LTA:  $d = 0,387$ ,  $p = 0,0028$ ; MTA:  $d = 0,269$ ,  $p = 0,0144$ ; HTA:  $d = 0,231$ ,  $p = 0,014$ ). O SS provocou pequena melhora apenas no grupo MTA e HTA (MTA:  $D = 0,307$ ,  $CI = 0,0503, 0,541$ ,  $p = 0,0326$ ; HTA:  $d = 0,446$ ,  $IC 0,223, 0,715$ ,  $p = 0,0002$ ). Após o SS somente os grupos LTA e MTA tiveram melhora no AMT (LTA:  $d = 0,218$ ,  $p = 0,0182$ ; MTA:  $d = 0,273$ ,  $p = 0,0296$ ). No entanto, o HIIT foi capaz de provocar melhora em todos os grupos (LTA:  $d = 0,212$ ,  $p = 0,0024$ ; MTA:  $d = 0,203$ ,  $p = 0,0268$ ; HTA:  $d = 0,273$ ,  $p = 0,0296$ ). O desempenho no teste de Flanker revelou que o grupo HTA possui pior controle inibitório quando comparado aos todos os grupos. O exercício de HIIT também produziu efeitos positivos sobre o controle inibitório reduzindo a latência nas situações incongruentes em todos os grupos e melhorando o custo de conflito nos grupos LTA e HTA. **Conclusão:** Níveis elevados TA prejudica o desempenho nos testes matemáticos, de controle inibitório e redução na complexidade da HRV. No entanto, apenas 4 minutos de HIIT e Alongamento são capazes de melhorar o desempenho nos testes de desempenho matemático e controle inibitório em crianças com TA, além em disto, o SS é capaz de melhorar a complexidade da HRV em crianças com HTA.

**Palavras-chave:** Exercício, Cognição, Função Executiva

## ABSTRACT

**Introduction:** High level of test anxiety (TA) is considered a risk factor for poor academic performance and worsening well-being in students. Objective: To evaluate the effect of high-intensity interval exercise (HIIT) or static stretching (SS) on mathematical performance, inhibitory control and their respective manifestations on HRV, in children with test anxiety. **Methodology:** Randomized and crossover trial, with 71 schoolchildren aged  $10.98 \pm 1.01$  years, divided into two groups according to the Test Anxiety Scale (Westside): low TA (LTA, 20), TA (MTA, 18) and high TA (HTA, 33). The Mathematical Arithmetic Test (AMT), Flanke's Inhibitory Control Test and Mathematical Word Problem Test (WMPT) were performed before and after 11 minutes of exercise. HIIT and SS physical exercises were performed for 4 minutes, with 8 series of 20 seconds of maximum effort and 10 seconds of passive rest. The HRV was recorded using a validated device (Polar® V800) and the segments corresponding to rest and tests, pre and post exercise, by the analysands. Inter and intragroup comparisons were carried out by statistical estimation, to assess the effect of the ATM, WMPT and flanker test on SampEn in the LTA, MTA and HTA groups, as well as the effect of exercise. **Results:** The comparative analysis of the WMPT revealed that the HTA group had worse performance in the test when compared to the LTA and MTA groups (MTA:  $d = 0.696$ ,  $p = 0.019$ ; LTA:  $d = 0.955$ ,  $p = 0.0006$ ), as well as in the AMT test (MTA:  $D = 0.721$ ,  $CI = 0.114, 1.3$ ,  $p = 0.0128$ ; LTA:  $D = 1.22$ ,  $CI = 0.623, 1.86$ ,  $p = 0.0$ ). After HIIT, an improvement in the performance of the WMPT test was observed in the LTA, MTA and HTA groups (LTA:  $d = 0.387$ ,  $p = 0.0028$ ; MTA:  $d = 0.269$ ,  $p = 0.0144$ ; HTA:  $d = 0.231$ ,  $p = 0.014$ ). SS provoked a small improvement only in the MTA and HTA group (MTA:  $D = 0.307$ ,  $CI = 0.0503, 0.541$ ,  $p = 0.0326$ ; HTA:  $d = 0.446$ ,  $CI = 0.223, 0.715$ ,  $p = 0.0002$ ). After SS, only the LTA and MTA groups had improvement in the AMT (LTA:  $d = 0.218$ ,  $p = 0.0182$ ; MTA:  $d = 0.273$ ,  $p = 0.0296$ ). However, HIIT was able to provoke improvement in all groups (LTA:  $d = 0.212$ ,  $p = 0.0024$ ; MTA:  $d = 0.203$ ,  $p = 0.0268$ ; HTA:  $d = 0.273$ ,  $p = 0.0296$ ). The performance in the Flanker test revealed that the HTA group has worse inhibitory control when compared to all groups. HIIT exercise also produced positive effects on inhibitory control, reducing latency in incongruent situations in all groups and improving conflict cost in the LTA and HTA groups. **Conclusion:** High TA levels impair performance on mathematical tests, inhibitory control and reduction in HRV complexity. However, only 4 minutes of HIIT and Stretching are able to improve performance in tests of mathematical performance and inhibitory control in children with TA, in addition, SS is able to improve the complexity of HRV in children with HTA.

**Keywords:** Exercise, Cognition, Executive Function

## 1 INTRODUÇÃO

A ansiedade ao teste (TA) é um tipo de ansiedade de desempenho (BRADY, 2019) descrita pela aptidão do sujeito em reagir com preocupação excessiva, pensamentos intrusos, confusão mental, tensão e excitação fisiológica em várias condições de avaliação (HINDS; SANCHEZ, 2022). Os alunos que experimentam esse tipo de ansiedade podem apresentar desempenho negativo em provas e podem promover a desistência na realização de avaliações, mesmo que estejam preparadas para elas (SOARES e WOODS, 2020). O funcionamento executivo prejudicado pela ansiedade, como pior desempenho no controle inibitório e memória de trabalho, pode interferir no desempenho do teste (O'DONNELL, 2017; ZHANG *et al.*, 2019).

O controle inibitório (IC) é uma função executiva que possibilita a inibição de informações, extrínsecas e intrínsecas ao sujeito, não relacionadas à tarefa ou geração de respostas automáticas incorretas ao reagir a informações relacionadas ao teste (FRIEDMAN *et al.*, 2004). A realização de exames escolares pode representar um estímulo ameaçador para indivíduos com ansiedade ao teste e afetar o controle inibitório (ZHANG *et al.*, 2019). Esse prejuízo no controle inibitório causado pela ansiedade ao teste pode ser mais prejudicial aos indivíduos com níveis elevados de ansiedade ao teste do que sujeitos com níveis mais baixos (KALANTHROFF *et al.*, 2016), permitindo maior frequência de pensamentos intrusivos e redução a atenção sustentada (ROXBURGH, HUGHES, CORNWELL, 2019). As interações entre o controle executivo, o comportamento durante o teste e as manifestações fisiológicas associadas podem ser explicadas pelo Modelo de Integração Neurovisceral (THAYER, 2009).

O Modelo de Integração Neurovisceral sugere interações top-down e bottom-up entre o sistema nervoso central e sistema nervoso periférico. As áreas centrais envolvidas no modelo neurovisceral incluem os córtices pré-frontal, orbitofrontal, insular e núcleos amígdala, corpo estriado ventral e núcleos motores autonômicos do tronco cerebral (THAYER; LANE, 2009). Esse modelo vai ao encontro da hipótese do marcador somático, proposto por Antonio Damasio (DAMASIO, 1996), que sugere que emoções, como a ansiedade, podem influenciar tomadas de decisão e essas relações podem ser observadas em marcadores viscerais e somatossensoriais (POPPA; BECHARA, 2018). A Variabilidade da frequência cardíaca (HRV), que é principalmente modulada pelo nervo vago (THAYER *et al.*, 2009), é um bio-sinal associado com a ansiedade e com o controle executivo, amplamente utilizado nas investigações sobre o modelo neurovisceral e considerada um indexador de parâmetros da saúde mental e física (SMITH *et al.*, 2017).

A HRV é a medida do tempo transcorrido entre dois intervalos R-R consecutivos, ou seja, é a medida do tempo entre dois batimentos cardíacos consecutivos, podendo ser mensurada por eletrocardiograma (ECG), cardiotransmissores e smartphones de baixo custo e, como tal, fornece uma



janela importante para a compreensão do bem-estar psicológico, inclusive a ansiedade ao teste (THAYER *et al.*, 2012; GILES *et al.*, 2016; PERROTTA *et al.*, 2017; ROOS *et al.*, 2021). Evidências sugerem associação negativa entre HRV e controle inibitório (OTTAVIANI *et al.*, 2018; WILLIAMS *et al.*, 2019), assim como o aumento na atividade do córtex pré-frontal está associada com aumento da HRV (SMITH *et al.*, 2017). Portanto, quanto maior a HRV e a atividade de áreas do controle executivo, melhor o desempenho cognitivo associado com essas regiões encefálicas.

Por outro lado, o exercício físico é capaz de reduzir os sintomas de ansiedade e melhorar o humor (REED & ONESB, 2006; YIN, TANGA, DISHMANB, 2021). O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e o alongamento estático (SS) são exercícios de características e objetivos primários diferentes, que demandam pouco tempo para realização e que também são capazes de reduzir níveis de ansiedade e melhorar o controle executivo (MONTERO-MARIN *et al.*, 2013; PLAG *et al.*, 2020; PONTIFEX *et al.*, 2019). As “active breaks” são um bom exemplo de intervenções que utilizam curtos períodos de atividade física durante a aula escolar para promover efeitos positivos para melhora do desempenho acadêmico. (DALY-SMITH *et al.*, 2018; MASINI *et al.*, 2020)

O HIIT e o alongamento estático de modo agudo podem gerar modificações na HRV (FARINATTI *et al.*, 2011; BURMA *et al.*, 2020), o que pode ser interessante para o controle autônomo e uma possível redução da ansiedade durante o teste, a literatura também mostra que existem efeitos positivos do HIIT e alongamento estático na melhora das funções executivas, especialmente no controle inibitório (KAO *et al.*, 2017; SUDO; ANDO, 2020). Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a investigar o efeito agudo do HIIT e alongamento estático na HRV, no controle inibitório e desempenho matemático em crianças com ansiedade ao teste.

### **1.1. Ansiedade ao Teste e Desempenho Acadêmico:**

A ansiedade ao teste compromete o controle atencional, reduzindo o desempenho em testes de controle executivo como em tarefas de inibição (EMBSE *et al.*, 2018). O controle inibitório é uma função executiva que nos permite inibir informações distratoras externas (ex. ruídos e imagens) e internas (ex. emoções e sentimentos) para regular nosso comportamento e sustentar a atenção na tarefa (DIAMOND, 2013). No contexto da ansiedade ao teste, a teoria do controle atencional propões que indivíduos com alta ansiedade ao teste possuem menor controle inibitório e que utilizam de maiores esforços cognitivos e recrutamento de mecanismos de controle “top-down” do que sujeitos com menor ansiedade ao teste durante tarefas de controle inibitório (EYSENCK *et al.*, 2007, EYSENCK; DERAKSHAN, 2011).

Importante considerar que testes de controle inibitório podem avaliar dois componentes intrínsecos dessa função cognitiva: a supressão da interferência que consiste no controle das informações

distratoras concorrentes e; a inibição da resposta, que se refere a inibição da resposta comportamental “automática” prepotente. A habilidade de responder corretamente a um estímulo dependendo de seu objetivo é uma importante habilidade que pode ser avaliada pelo teste de controle inibitório de Flanker. O teste permite a avaliação da supressão da interferência quando o indivíduo seleciona a resposta correta diante de estímulos ambivalentes (seta alvo e seus “flankers” congruentes, incongruentes e neutros) e a inibição da resposta prepotente aos estímulos distratores (LAMERS; ROELOFS, 2011).

O modelo de integração neuroviseral propõe que as conexões entre o encéfalo e o coração compõem mecanismos de controle não somente de cima para baixo “top-down”, mas também de baixo para cima “bottom - up”. De fato, cerca de 80% das fibras do nervo vago são aferentes, ou seja, levam informações do coração para o encéfalo. Essas informações podem influenciar diferentes aspectos do comportamento como a tomada de decisão e o controle atencional (THAYER; LANE, 2000). A complexidade da variabilidade da frequência cardíaca é considerada um indexador da resiliência ao estresse, também associada com funções executivas (VALENTIN *et al.*, 2022).

Em adição, foi observado que jovens estudantes com baixa complexidade da HRV possuem menor controle atencional (BORNAS, *et al.*, 2013). A frequência cardíaca é determinada por mecanismos cardíacos intrínsecos e a atividade conjunta dos nervos simpáticos e parassimpáticos (vago) no nó sinoatrial. Em sistemas saudáveis tanto ramos do sistema nervoso autônomo são tonicamente ativos com atividade simpática associada à aceleração da frequência cardíaca e diminuição da HRV e atividade parassimpática associada à desaceleração da frequência cardíaca e aumento da HRV (JOSE; COLLISON, 1970; LEVY, 1990). Importante destacar que a variabilidade da frequência cardíaca está sob regulação inibitória tônica via vago (LEVY, 1990). No contexto da ansiedade onde ocorre o predomínio da atividade simpática, pessoas ansiosas tem excesso de momentos de incerteza e ameaças e acabam prejudicando áreas do córtex pré-frontal tornam-se hipoativo, esta condição pode gerar falha em reconhecer sinais de segurança, um viés atenção para informações de ameaças, incluindo um aumento viés de negatividade, déficits função executiva como o controle inibitório (CACIOPPO; GARDNER; BERNTSON, 1999; THAYER; LANE, 2009). O que no contexto da ansiedade ao teste iria tornar uma prova simples em um grande evento ameaçador. Uma maior variabilidade da frequência cardíaca de repouso está associada a menores vieses de negatividade e maior atividade inibitória, esses processos inibitórios podem ser inseridos por medidas da função vagal, isso quer dizer que pessoas com maior variabilidade da frequência cardíaca respondem melhor em situações de “ameaça” (THAYER; LANE, 2009).

Dentro do escopo específico das relações entre a HRV, desempenho executivo e ansiedade ao teste, demonstraram em parâmetros não lineares, e em particular a entropia da amostra (SampEn), são marcadores específicos associados com o controle atencional, enquanto que outros parâmetros do

domínio da frequência e tempo não são. Nesse mesmo estudo, com jovens adultos, foi evidenciada que quanto maior a complexidade da frequência cardíaca (SampEn) melhor a inibição, atenção focada e tempo de decisão (YOUNG; BENTON, 2015). A Complexidade da frequência cardíaca também é um bioassinal candidato a indexador de respostas emocionais durante a realização de testes (DIMITRIEV; SAPEROVA; DIMITRIEV, 2016) o que torna tentador investigar se o exercício físico pode melhorar o controle atencional em crianças com alta ansiedade ao teste e se esse efeito pode apresentar possíveis correlatos fisiológicos na complexidade da frequência cardíaca.

### **1.2. Ansiedade ao Teste, Controle Atencional e Integração Neurovisceral.**

Até onde sabemos, não existem estudos que tenham investigado os efeitos agudos do exercício físico sobre a ansiedade ao teste. Nesse sentido, fundamentamos nossa hipótese de que o exercício pode exercer efeitos benéficos em crianças com ansiedade ao teste sobre os estudos que demonstraram o efeito ansiolítico transiente de uma sessão de HIIT (REED; ONESB, 2006; YIN; TANGA; DISHMANB, 2021). O treinamento intervalado de alta intensidade é hoje um dos meios mais eficientes de melhorar a capacidade cardiorrespiratória, saúde metabólica e composição corporal (MILANOVIĆ, SPORIŠ & WESTON, 2015; WEWEGE *et al.*, 2017; KHALAFI; SYMONDS, 2020)

. O treinamento intervalado de alta intensidade envolve sessões repetidas de curto a longo prazo de exercícios de alta intensidade intercalados com períodos de recuperação, o objetivo primário do HIIT é fazer com que o indivíduo consiga treinar em alta intensidade por mais tempo, neste sentido o intervalo entre os estímulos de alta intensidade é necessário (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

O treinamento aeróbico de alta intensidade parece conferir os mesmos benefícios do treinamento de intensidade moderada, porém em um menor tempo, neste contexto parece ser uma alternativa viável para adquirir benefícios em um curto espaço de tempo, além disto, o treinamento intervalado de alta intensidade pode não precisar de equipamentos para ser realizando, está vantagem o torna mais democrático para quem deseja realizar exercícios físicos, além dos benefícios na composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e saúde metabólica, outros benefícios que vem sendo mais explorados atualmente são os benefícios cognitivos e da saúde cerebral (WEWEGE *et al.*, 2017; BATACAN *et al.*, 2017; MEKARI *et al.*, 2020).

Uma das principais funções a se beneficiar são as funções executivas, como o controle inibitório, essa melhora aguda pode ocorrer em decorrência do aumento dos níveis de neurotrofinas como fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), o que, por sua vez, pode melhorar a cognição (MALDONADO *et al.*, 2018). Outro possível mecanismo que pode contribuir com a melhora do controle

inibitório é o aumento do fluxo sanguíneo cerebral, (MEKARI *et al.*, 2020). Neste contexto está melhora na cognição pode impactar diretamente em tarefas de desempenho acadêmico.

### **1.3. Impacto do HIIT na Cognição e na Ansiedade.**

Até onde sabemos, não existem estudos que tenham investigado os efeitos agudos do HIIT sobre a ansiedade ao teste. Nesse sentido, fundamentamos nossa hipótese de que o HIIT pode exercer efeitos benéficos em crianças com ansiedade ao teste sobre os estudos que demonstraram o efeito ansiolítico transiente de uma sessão de HIIT (REED; ONESB, 2006; YIN, TANGA, DISHMANB, 2021).

O treinamento intervalado de alta intensidade é hoje um dos meios mais eficientes de melhorar a capacidade cardiorrespiratória, saúde metabólica e composição corporal (MILANOVIĆ; SPORIŠ; WESTON, 2015; WEWEGE *et al.*, 2017; KHALAFI; SYMONDS, 2020). O treinamento intervalado de alta intensidade envolve sessões repetidas de curto a longo prazo de exercícios de alta intensidade intercalados com períodos de recuperação, o objetivo primário do HIIT é fazer com que o indivíduo consiga treinar em alta intensidade por mais tempo, neste sentido os intervalos entre os estímulos de alta intensidade são necessários (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

O treinamento aeróbico de alta intensidade parece conferir os mesmos benefícios do treinamento de intensidade moderada, porém em um menor tempo, neste contexto parece ser uma alternativa viável para adquirir benefícios em um curto espaço de tempo, além disto, o treinamento intervalado de alta intensidade pode não precisar de equipamentos para ser realizando, está vantagem o torna mais democrático para quem deseja realizar exercícios físicos, além dos benefícios na composição corporal, aptidão cardiorrespiratória e saúde metabólica, outros benefícios que vem sendo mais explorados atualmente são os benefícios cognitivos e da saúde cerebral (WEWEGE *et al.*, 2017; BATACAN *et al.*, 2017; MEKARI *et al.*, 2020).

Uma das principais funções a se beneficiar são as funções executivas, como o controle inibitório, essa melhora aguda pode ocorrer em decorrência do aumento dos níveis de neurotrofinas como fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), o que, por sua vez, pode melhorar a cognição (MALDONADO *et al.*, 2018). Outro possível mecanismo que pode contribuir com a melhora do controle inibitório é o aumento do fluxo sanguíneo cerebral (MEKARI *et al.*, 2020). Neste contexto está melhora na cognição pode impactar diretamente em tarefas de desempenho acadêmico

### **1.4. Exercício de alongamento e atividade vagal.**

O alongamento é um exercício muito utilizado para melhora da flexibilidade, ele pode ser realizado de forma estática ou dinâmica, além disto, pode ser realizado de forma ativa ou passiva

(CARVALHO *et al.*, 2012). Recentemente o exercício de alongamento tem ganho atenção como um modelo de exercício que pode beneficiar a função cardiovascular, este tipo de exercício também se torna interessante por ser um exercício de baixa intensidade, além disto, ele pode ser realizado apenas com o peso corporal o que o caracteriza como um modelo de exercício mais democrático (KRUSE; SCHEUERMANN, 2017). As evidências atuais sugerem que o alongamento agudo causa um evento macro e microcirculatório significativo que altera o fluxo sanguíneo e a relação entre a disponibilidade e a utilização de oxigênio (KRUSE; SCHEUERMANN, 2017)

Como mencionado anteriormente um dos biosinais para identificar as mudanças agudas ou crônicas induzidas pelo exercício de alongamento são a frequência cardíaca e a variabilidade da frequência cardíaca (WONG; FIGUEROA, 2021). A variabilidade da frequência cardíaca é considerada método confiável não invasivo para a avaliação da função autonômica cardíaca, os parâmetros de variabilidade da frequência cardíaca podem ser utilizados para identificar o equilíbrio simpátovagal cardíaco, a magnitude da atividade predomina momento seja atividade nervosa simpática ou parassimpática (CHUDUC; NGUYENPHAN; NGUYENVIET, 2013).

Do ponto de vista clínico, aumento atividade simpática significa aumento de condição de estresse, que pode ocorrer em um evento de ansiedade por exemplo, especificamente na ansiedade ao teste, o contrário também pode ser identificado, a redução da condição de estresse e aumento da atividade parassimpática (ROOS *et al.*, 2021), neste contexto, a literatura é muito clara mostrando que o alongamento é capaz de produzir reduções da atividade simpática imediatamente após o exercício, aumentando a atividade vagal e, por consequência, reduzindo o estresse (WONG; FIGUEROA, 2021). Deste modo o exercício físico de alongamento pode ser considerado uma alternativa para redução de estresse em um momento de ansiedade, o que talvez possa beneficiar alunos com níveis elevados de ansiedade ao teste.

## **2. OBJETIVOS:**

**2.1 Geral:** Investigar o efeito agudo do HIIT e do alongamento no controle executivo, no desempenho matemático e no sistema nervoso autônomo em crianças com ansiedade ao teste.

### **2.2. Específico:**

-Investigar o efeito agudos do HIIT e do Alongamento no controle inibitório em crianças com baixa, moderada e alta ansiedade ao teste.

-Investigar o efeito agudo do HIIT e alongamento em testes de desempenho matemático em crianças com baixa, moderada e alta ansiedade ao teste.

-Investigar o efeito agudo do HIIT e alongamento na variabilidade da frequência cardíaca em crianças com baixa, moderada e alta ansiedade ao teste

### **3. MÉTODOS:**

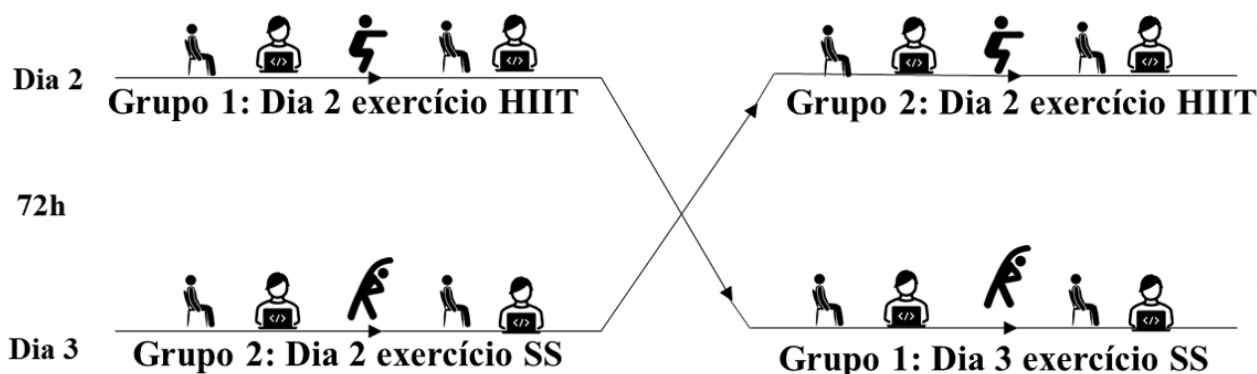
Este estudo foi desenhado como um ensaio randomizado e cruzado, onde os participantes não tinham conhecimento das hipóteses do estudo. O protocolo foi aprovado pelo comitê de ética local (CAAE: 76887417.2.0000.0018, número: 3.195.51), e todos os participantes forneceram consentimento informado por escrito antes da participação assinada por seus responsáveis legais. A amostra do estudo foi definida por demanda espontânea e teve a participação de 74 crianças, à randomização foi efetuada com auxílio de um computador, estratificada por sexo e por série. Para avaliação da TA foi utilizada a escala de ansiedade ao teste de Westside (DRISCOLL, 2007). A pontuação na escala foi utilizada para estratificar as crianças em três grupos por quartis:

O ensaio cruzado iniciou após a randomização das crianças para realização dos testes e exercícios na sequência enumerada: 1º - 6 minutos de repouso, 2º - realização do teste matemático de aritmética (AMT), 3º - teste de controle inibitório de Flanker, 4º - teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT) 5º- protocolos de exercício físico, HIIT ou SS, de acordo com o sorteio, 6º - 11 minutos em repouso sentado, 7º - teste matemático de aritmética, 8º - teste de controle inibitório de Flanker, 9º- teste de problemas matemáticos de palavras. O monitoramento da HRV ocorre durante toda a intervenção. Após 72 horas de intervalo, para evitar possíveis efeitos residuais, o segundo dia de experimentos reproduziu a mesma sequência de procedimentos, alterando somente a modalidade de exercício, além disso, os participantes foram recomendados a não ingerir bebidas estimulantes (figura 2). Todos os exercícios e testes foram aplicados e orientados, individualmente para cada criança, por professores de educação treinados.

Figura 1: Representação das duas etapas do estudo.



## Dia 1 Preenchimento da escala de ansiedade ao teste de Westside



Fonte: autoria própria

### 3.1. Protocolos de exercícios:

#### 3.1.1. HIIT:

O protocolo utilizado é caracterizado como HIIT curto (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013), usando o peso corporal, realizando 8 séries de 20 segundos de esforço com o máximo de empenho, “*all-out*”, seguido de 10 segundos de descanso passivo, totalizando 4 minutos da intervenção do exercício, onde a intensidade do HIIT com o peso corporal está relacionada ao número máximo de movimentos possíveis em um determinado tempo, nesse sentido, a intensidade na sessão de exercício é caracterizada como máxima (MACHADO *et al.*, 2019). Os exercícios utilizados eram agachamentos (4 séries), polichinelos (2 séries) e corrida estacionária (2 séries). Os pesquisadores incentivaram os participantes a realizarem o máximo de esforço durante todo o protocolo de exercício. Além disso foi utilizado a frequência cardíaca (HR) não como um controle do exercício, mas para um feedback se os participantes estavam atingindo a alta intensidade. (Figura 2)

#### 3.1.2. Alongamento Estático

O tipo de treino de flexibilidade foi o alongamento estático ativo (Carvalho *et al.*, 2012), onde o participante precisava manter o membro até o final de sua amplitude de movimento e manter a posição alongada por um período de 20 segundos e descansar por 10 segundos, o protocolo de exercícios foi: 1= Flexão do ombro em 90° em adução por 20 segundos, em seguida o membro oposto era alongado (1 séries de cada membro), 2= Flexão de joelho unilateral, em seguida o membro oposto era alongado (1 séries de cada membro), 3= 180° de flexão de ombro combinado flexão lateral de tronco, em seguida o outro

membro era alongado (1 séries de cada membro) e 4= 2 série de flexão total do quadril com os joelhos em extensão. Os pesquisadores também incentivaram os participantes a realizarem o máximo de esforço durante todo o protocolo de exercício. (Figura 2)

### 3.2. Teste de Avaliação do Controle Inibitório:

O Flanker Test foi escolhido para avaliar o controle inibitório, o qual é um domínio das Função Executiva que é alterada em indivíduos com ansiedade (ANSARI *et al.*, 2011) e afetada agudamente após uma seção de exercício físico (MOREAU & CHOU, 2019; SUDO & ANDO, 2020). O teste foi realizado de modo automatizado através do software The Psychology Experiment Building Language (PEBL) (MUELLER *et al.*, 2014), tratando-se de um teste não verbal e utilizado por estudos em crianças (AMATRIAIN-FERNÁNDEZ; EZQUERRO; BUDDE, 2021). Os participantes foram instruídos a manter atenção visual para uma seta central (alvo) e ignorar as setas ao lado que poderiam ser congruentes (mesmo sentido) ou incongruentes (sentidos opostos) a ela. De modo que, se a seta central apontasse para a direita, o botão “Shift-direito” do teclado do computador deveria ser pressionado. Se a seta central apontasse para a esquerda, o botão “Shift-esquerdo” deveria ser pressionado. Todas as crianças foram orientadas a responder de maneira mais rápida e precisa possível. Os resultados foram avaliados pelo contraste entre o desempenho nas condições incongruentes versus as condições congruentes é frequentemente considerado para refletir sobre os aspectos de inibição ou resolução de conflitos chamada da medida do custo de conflito, também foi avaliado pela precisão e o tempo de reação (RT) das respostas incongruentes.

#### 3.2.1. Teste matemático de aritmética (AMT):

O Teste foi constituído por base na aritmética, envolvendo cálculos mentais (operações) do campo multiplicativo (multiplicação e divisão) e aditivo (adição e subtração), com questões do tipo:  $(a \times b) - c = ?$ , com  $a \neq b$ ,  $c > 0$ . O desempenho nesse teste, foi mensurado a partir da pontuação total de acertos do participante, considerando que sua eficácia tem sido frequentemente medida por taxas de erros, acertos e tempos de resposta (ANSARI *et al.*, 2008; BASTEN *et al.*, 2012; LYONS; BEILOCK, 2012). A cada participante atribuíu-se um tempo de dez minutos para responder o maior número de equações possíveis, no total de 40 questões, com níveis de complexidades cognitivas variando entre baixa, média e alta, distribuídas de forma equitativamente.

#### 3.2.2. Teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT):

O teste realizado com caneta e papel consiste em resolução de 30 problemas matemáticos do tipo: “Felipe trabalha 13 horas por dia. Ele trabalha 5 horas a menos que Mizael. Quantas horas Mizael trabalha por dia?”. O desempenho nesse teste, foi mensurado a partir da pontuação total de acertos do participante (PAVLIN-BERNARDIĆ, 2008).



### 3.3. Dados da Variabilidade da Frequência Cardíaca (HRV):

Os dados da HRV foram obtidos do monitor de frequência cardíaca relógio Polar V800 que armazenava os dados registrados e transmitidos pelo transmissor cardíaco modelo H10 (Polar® Electro, Finlândia) em unidades de tempo em ms.

Os registros de intervalos RR realizados pelo dispositivo Polar que são comparáveis com os sistemas de Eletrocardiógrafo (ECG) e validados para pesquisa, com um grau pequeno de variação (GILES et al., 2016). O aparelho possui uma cinta com eletrodos que foi posicionada na região epigástrica do tórax dos participantes do início ao fim da segunda etapa, com o objetivo de captar os sinais elétricos do coração para análise da HRV. Os dados RR foram extraídos e convertidos em texto (txt) por meio do serviço Web Polar Flow. A HRV foi analisada utilizando o filtro automático, todas as amostras foram processadas para remover possíveis artefatos, usando filtro de mediana, confirmados por inspeção visual. A análise filtrada dos dados para calcular as medidas não lineares e do domínio da frequência da HRV foram realizadas pelo software Kubios HRV, considerando segmentos idênticos de 256 s dos intervalos RR dos quais os picos anormais foram removidos.

Para este artigo utilizamos um parâmetro não linear, que é a entropia da amostra a entropia da amostra (SampEn), que é usada para quantificar a complexidade/ irregularidade de séries temporais RR, ou seja, o quanto varia os batimentos. Neste contexto, o aumento da complexidade resulta em maior HRV (RICHMAN; MOORMAN, 2000).

### 3.4. Análise estatística:

Para o tratamento estatístico dos dados, utilizou-se o Software Statistical Package For The Social Sciences (SPSS), versão 20, para tabular e analisar os dados obtidos por meio da estatística descritiva, utilizando as variáveis categóricas por meio das frequências absolutas (n), relativas (%), média e desvio padrão. A significância estatística foi estabelecida em  $P < 0,05$ . Houve ausência de 3,75% de dados perdidos durante o registro da HRV. Uma vez que esse baixo percentual de dados faltantes é pequeno, utilizamos o método de reposição aleatória de dados pelo programa SPSS (JAKOBSEN *et al.*, 2017).

Para análise comparativa entre pares, foi utilizado a estatística por estimativa para tamanhos de efeito e intervalo de confiança (HO *et al.*, 2019), para comparar os agrupamentos em relação ao desempenho nos testes de controle inibitório, teste matemático de aritmética, problemas matemáticos de palavras na condição e HRV pré e pós HIIT e SS, entre os grupos com HTA, MTA e LTA. Classificamos os tamanhos de efeito como 0,00–0,19–trivial; 0,20–0,49–pequeno, 0,50–0,79–moderado;  $\geq 0,80$ –grande (COHEN, 1992).

#### 4. RESULTADOS:

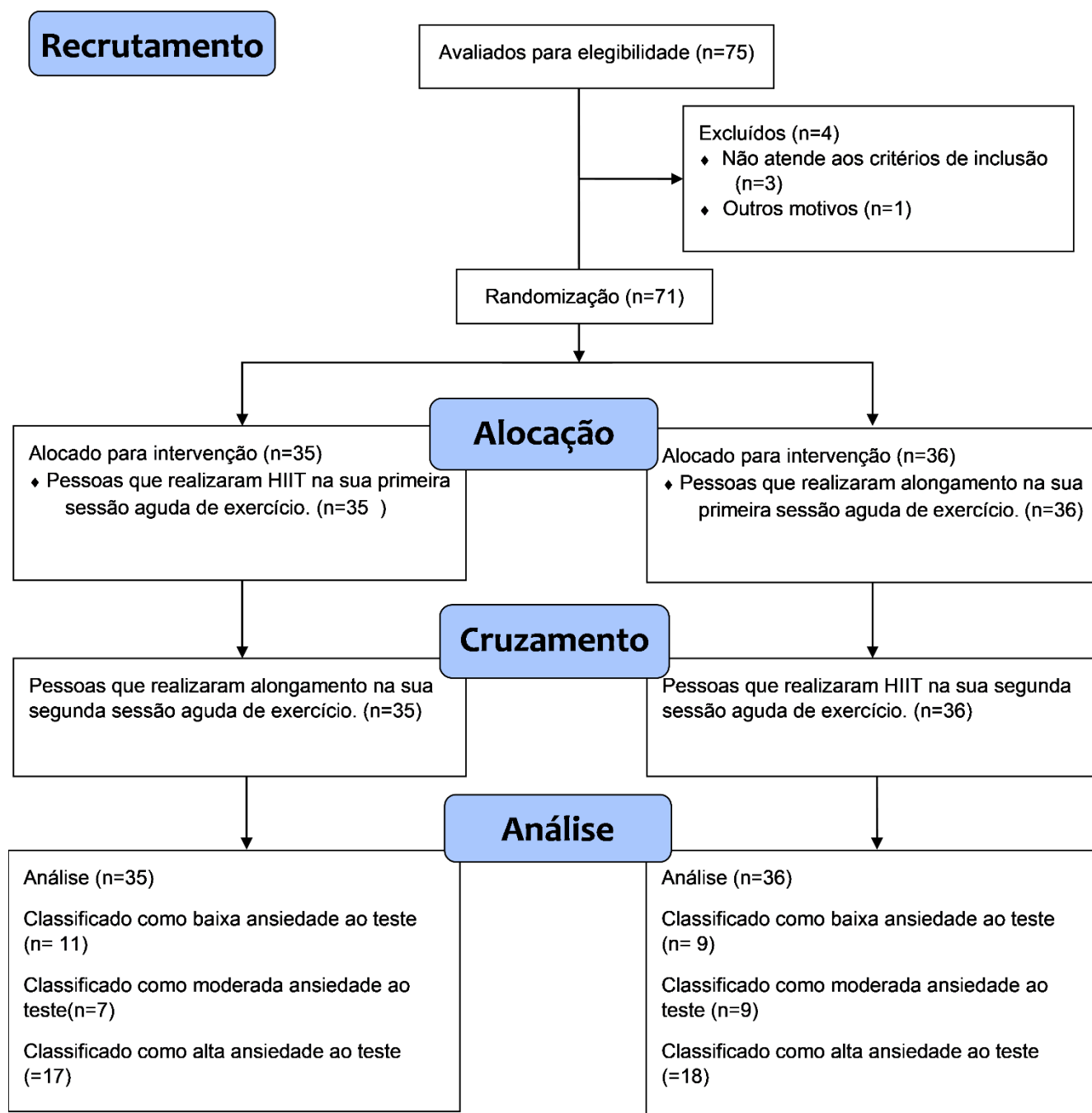
20 crianças foram classificadas como grupo baixa ansiedade ao teste (LTA: score = 0.0 a 2); 33 crianças foram classificadas como grupo elevada ansiedade ao teste (HTA: score = 4 a 5.0), e as 18 crianças do quartil intermediário foram classificadas como grupo ansiedade moderada ao teste (MTA: score= 2.1 a 3.9). Não foram encontradas diferenças para idade, peso, estatura, IMC e complexidade da frequência cardíaca entre os três grupos experimentais. Uma criança foi transferida de escola e 3 não completaram a intervenção (figura 2).

**Tabela 1:** Media e desvio padrão para sexo (N), idade, peso, altura, IMC e SampEn de repouso.

| Grupo    | Meninos | Meninas | idade      | Peso        | Estatura  | IMC        | SampEn (rest) |
|----------|---------|---------|------------|-------------|-----------|------------|---------------|
| LTA (20) | 10      | 10      | 11,15±1,18 | 43,13±12,04 | 1,47±0,10 | 19,70±4,30 | 1,65±0,31     |
| MTA (18) | 8       | 10      | 10,61±1,04 | 40,28±14,14 | 1,44±0,11 | 18,97±4,39 | 1,78±0,20     |
| HTA (33) | 17      | 16      | 11,09±0,98 | 41,11±9,55  | 1,47±0,10 | 18,98±3,45 | 1,69±0,25     |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2: Fluxograma do experimento.



Fonte: Modelo baseado no CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*)

#### 4.1. Controle inibitório:

A análise comparativa do desempenho no teste de Flanker revelou que o grupo HTA possui pior controle inibitório quando comparado ao grupo LTA (precisão -  $d = 0.751$ , CI= 0.353, 1.09,  $p = 0.0076$ ; latências – incongruente,  $d = 0.706$ , CI= -1.24, -0.169,  $p = 0.0174$  e congruente,  $d = 0.803$ , CI= -1.32, -0.259,  $p = 0.0072$ ). Não foram observadas diferenças com relação ao grupo MTA (figura 5: A, E, I e N).

Após o exercício de alongamento foi observada melhora no tempo de resposta, em situações congruentes e incongruentes, em todos os grupos (tabela 2 e figura 5: B, C, D, F, G e H). O exercício de HIIT também produziu efeitos positivos sobre o controle inibitório reduzindo a latência nas situações incongruentes em todos os grupos (tabela 2 e figura 5: F, G e H) e melhorando o custo de conflito nos grupos LTA e HTA (tabela 2 e figura 5: J, L e M). Nenhum efeito foi observado sobre a precisão das respostas.

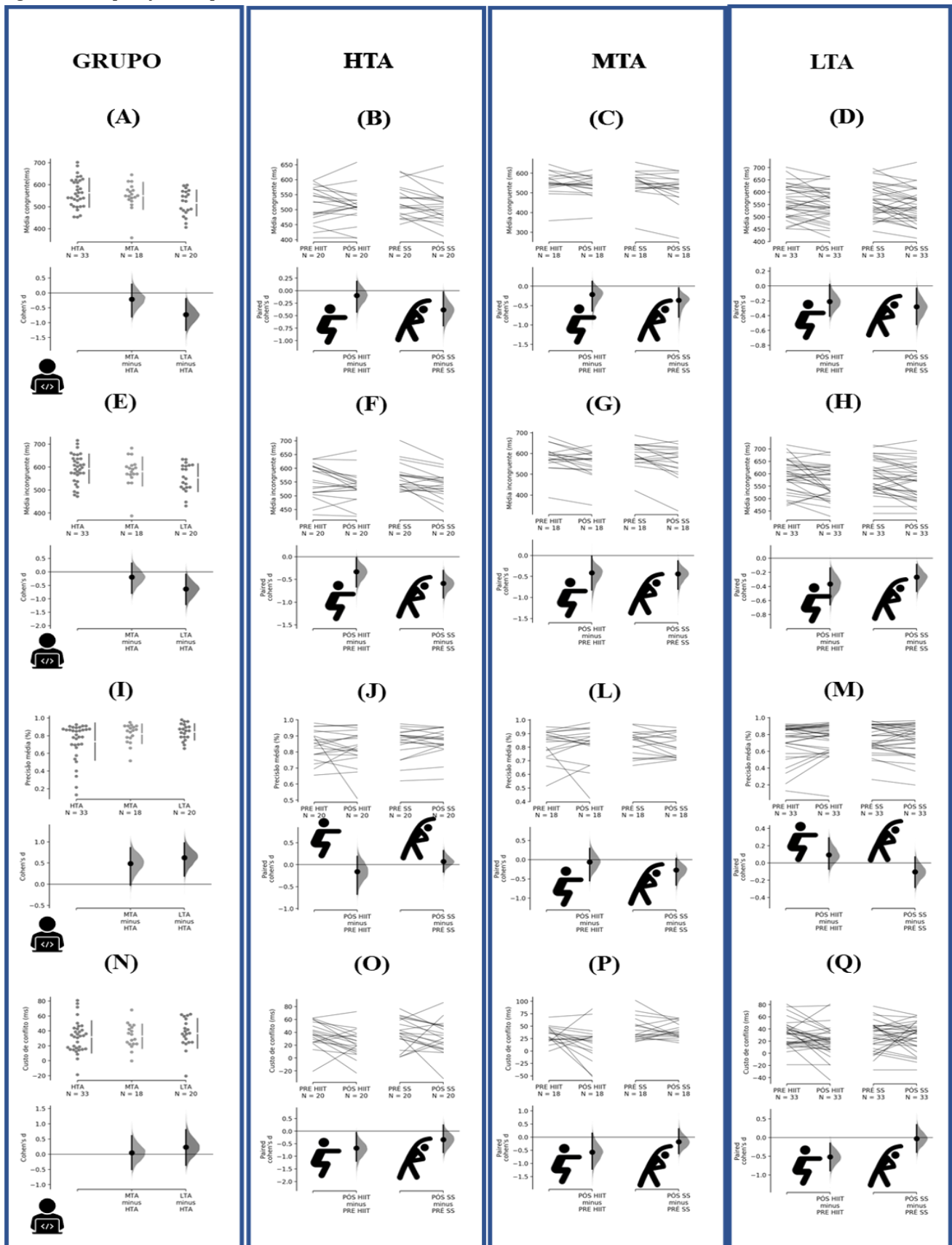
Interessante notar que os maiores feitos de melhora na latência ocorreram na após o alongamento, mas, por outro lado, foi o HIIT que produziu maior efeito no custo de conflito (ver tabela 2).

Tabela 2: Resultados do teste de flanker para as variáveis congruente, incongruentes, custo de conflito e precisão, nas condições pré e pós exercício. Média e desvio padrão, antes e após, cada tipo de exercício, nos diferentes grupos experimentais. Tamanho do efeito, intervalo de confiança e valor de alfa são apresentados para as comparações entre os resultados pré e pós exercício.

| LTA                      | HIIT             |                  |            |                        |               | ALONGAMENTO      |                  |            |                     |               |
|--------------------------|------------------|------------------|------------|------------------------|---------------|------------------|------------------|------------|---------------------|---------------|
|                          | Média ± DP       |                  | d de Cohen | IC (95%)               | p             | Média ± DP       |                  | d de Cohen | IC (95%)            | P             |
|                          | Pré              | Pós              |            |                        |               | Pré              | Pós              |            |                     |               |
| <b>Congruente</b>        | 517.14<br>±58.41 | 511.64<br>±56.82 | -0.0956    | -0.43.<br>0.185        | 0.511         | 529.02<br>±51.75 | 509.25<br>±51.69 | -0.382     | -0.703. -<br>0.0279 | <b>0.0264</b> |
| <b>Incongruente</b>      | 553.81<br>±60.55 | 534.64<br>±54.77 | -0.332     | -0.662.<br>-<br>0.0254 | <b>0.0244</b> | 568.6<br>9±48.74 | 540.91<br>±46.07 | -0.586     | -0.906. -<br>0.304  | <b>0.0022</b> |
| <b>Custo de conflito</b> | 36.67<br>±19.94  | 23.01<br>±20.57  | -0.674     | -1.2. -<br>0.0557      | <b>0.0106</b> | 39.68<br>±22.34  | 31.66<br>±25.29  | -0.336     | -0.846.<br>0.238    | 0.217         |
| <b>Precisão</b>          | 0.85<br>±0.09    | 0.83<br>±0.11    | -0.171     | -0.686.<br>0.175       | 0.562         | 0.86<br>±0.09    | 0.87<br>±0.08    | 0.0796     | -0.167.<br>0.339    | 0.502         |
| MTA                      | HIIT             |                  |            |                        |               | ALONGAMENTO      |                  |            |                     |               |
|                          | Média ± DP       |                  | d de Cohen | IC (95%)               | p             | Média ± DP       |                  | d de Cohen | IC (95%)            | P             |
|                          | Pré              | Pós              |            |                        |               | Pré              | Pós              |            |                     |               |
| <b>Congruente</b>        | 549.45<br>±60.94 | 537.23<br>±54.65 | -0.368     | -0.853.<br>0.0965      | 0.162         | 549.44<br>±69.1  | 522.64<br>±78.11 | -0.599     | -1.13. -<br>0.192   | <b>0.013</b>  |
| <b>Incongruente</b>      | 580.95<br>±63.32 | 554.49<br>±64.16 | -0.644     | -1.1. -<br>0.175       | <b>0.011</b>  | 593.35<br>±58.12 | 563.1<br>±78.91  | -0.437     | -0.805. -<br>0.129  | <b>0.013</b>  |
| <b>Custo de conflito</b> | 32.83<br>±16.24  | 17.37<br>±34.81  | -0.569     | -1.21.<br>0.147        | 0.11          | 43.91<br>±23.14  | 40.46<br>±15.7   | 0.174      | -0.624.<br>0.32     | 0.487         |
| <b>Precisão</b>          | 0.82<br>±0.11    | 0.82<br>±0.14    | -0.0531    | -0.539.<br>0.301       | 0.837         | 0.84<br>±0.09    | 0.81<br>±0.08    | -0.267     | -0.658.<br>0.0341   | 0.104         |
| HTA                      | HIIT             |                  |            |                        |               | ALONGAMENTO      |                  |            |                     |               |
|                          | Média ± DP       |                  | d de Cohen | IC (95%)               | p             | MEAN ± SD        |                  | d de Cohen | IC (95%)            | P             |
|                          | Pré              | Pós              |            |                        |               | Pré              | Pós              |            |                     |               |
| <b>Congruente</b>        | 563.08<br>±64.41 | 549.8<br>±61.61  | -0.208     | -0.408.<br>0.0197      | <b>0.0562</b> | 563.27<br>±64.4  | 544.8<br>±66.02  | -0.279     | -0.521. -<br>0.0308 | <b>0.0216</b> |
| <b>Incongruente</b>      | 593.35<br>±62.38 | 569.74<br>±64.54 | -0.366     | -0.662.<br>-0.138      | <b>0.0062</b> | 591.67<br>±67.6  | 572.51<br>±72.11 | -0.27      | -0.473. -<br>0.088  | <b>0.0044</b> |
| <b>Custo de conflito</b> | 31.87<br>±21.12  | 19.94<br>±24.18  | -0.518     | -0.891.<br>-0.149      | <b>0.0056</b> | 28.4<br>±23.5    | 27.71<br>±22.47  | -0.0293    | -0.393.<br>0.344    | 0.873         |
| <b>Precisão</b>          | 0.74<br>±0.21    | 0.75<br>±0.18    | 0.0886     | -<br>0.0738.<br>0.286  | 0.339         | 0.76<br>±0.16    | 0.74<br>±0.18    | -0.108     | -0.288.<br>0.0632   | 0.231         |

Fonte:Elaborado pelo autor do trabalho.

Figura 3: Comparação dos parâmetros do teste de Flaker



- Comparação dos parâmetros do teste de Flaker [congruente (A), incongruente (E), custo de conflito (I) e precisão (N)] entre o grupo HTA, MTA e LTA. Análise do efeito agudo do HIIT e SS na precisão (O), custo de conflito (J), incongruente (F) e congruente (B) nos grupos LTA, no grupo MTA SS na precisão (P), custo de conflito (L), incongruente (G) e congruente (C)

e no grupo HTA SS na precisão (Q), custo de conflito (M), incongruente(H) e congruente (D). O d de Cohen entre LTA e HTA (Figura A, E, I e N) é mostrado no gráfico de estimativa de Gardner-Altman abaixo. Ambos os grupos são plotados nos eixos esquerdos; a diferença média é plotada em eixos flutuantes à direita como uma distribuição de amostragem bootstrap. A diferença média é representada como um ponto; o intervalo de confiança de 95% é indicado pelas extremidades da barra de erro vertical. No gráfico de estimativa de Cumming abaixo (Figura B, C, D, F, G, H, J, L, M, O, P) o d de Cohen emparelhado para duas comparações HIIT e SS. Os dados brutos são plotados nos eixos superiores; cada conjunto emparelhado de observações é conectado por uma linha. Nos eixos inferiores, cada diferença média pareada é plotada como uma distribuição de amostragem bootstrap. As diferenças médias são representadas como pontos; Os intervalos de confiança de 95% são indicados pelas extremidades das barras de erro verticais.

Fonte:Elaborado pelo autor do trabalho.

#### **4.2. Teste de problemas matemáticos de palavras (WMPT) e Teste matemático de aritmética (AMT):**

A análise comparativa do teste de problemas matemáticos de palavras revelou que o grupo HTA possui pior desempenho no teste quando comparado aos grupos LTA e MTA (MTA:  $d = 0,696$ , CI: 0,0629, 1,36,  $p = 0,019$ ; LTA:  $d = 0,955$ , CI= 0,32, 1,6,  $p = 0,0006$ ). Não foram observadas diferenças no desempenho em relação ao grupo MTA e HTA (figura 6: A). Após o HIIT foi observado melhora do desempenho do teste de magnitude moderada no grupo LTA e de pequena magnitude nos grupos MTA e HTA (LTA:  $d = 0,387$ , CI= 0,139, 0,659,  $p = 0,0028$ ; MTA:  $d = 0,269$ , CI= 0,0816, 0,504,  $p = 0,0144$ ; HTA:  $d = 0,231$ , CI= 0,0543, 0,442  $p = 0,014$ ). O exercício de alongamento provocou pequena melhora apenas no grupo MTA e HTA (MTA:  $D = 0,307$ , CI= 0,0503, 0,541,  $p = 0,0326$ ; HTA:  $d = 0,446$ , IC 0,223, 0,715,  $p = 0,0002$ ) (figura 6: B, C e D). Interessante notar que o HIIT consegue provocar melhoras no desempenho do teste independente do grupo, porém o alongamento parece gerar efeito positivo apenas nos grupos MTA e HTA, o que é importante, tendo em visto que o grupo HTA é o mais prejudicado pela ansiedade.

A análise comparativa no teste matemático de aritmética revelou que o grupo HTA tem o desempenho inferior aos grupos LTA e MTA (MTA:  $D = 0,721$ , CI= 0,114, 1,3,  $p = 0,0128$ ; LTA:  $D = 1,22$ , CI= 0,623, 1,86,  $p = 0,0$ ). Não foi observado diferenças no desempenho matemático entre os grupos MTA e HTA (figura 6: E).

Após o exercício de alongamento somente os grupos LTA e MTA tiveram uma pequena melhora no desempenho matemático (LTA:  $d = 0,218$ , IC= 0,0654, 0,469,  $p = 0,0182$ ; MTA:  $d = 0,273$ , CI= 0,0447, 0,575,  $p = 0,0296$ ). No entanto, o HIIT foi capaz de provocar pequena melhora em todos os grupos (LTA:  $d = 0,212$ , IC = 0,0808, 0,349,  $p = 0,0024$ ; MTA:  $d = 0,203$ , CI= 0,0515, 0,538,  $p = 0,0268$ ; HTA:  $d = 0,273$ , CI= 0,0447, 0,575,  $p = 0,0296$ ) (Figura 6: F, G e H).

Neste contexto, é importante observar que o grupo de HTA que tem o pior desempenho só é beneficiado pelo exercício de HIIT, enquanto os outros grupos conseguem se beneficiar de ambas as modalidades de exercício.

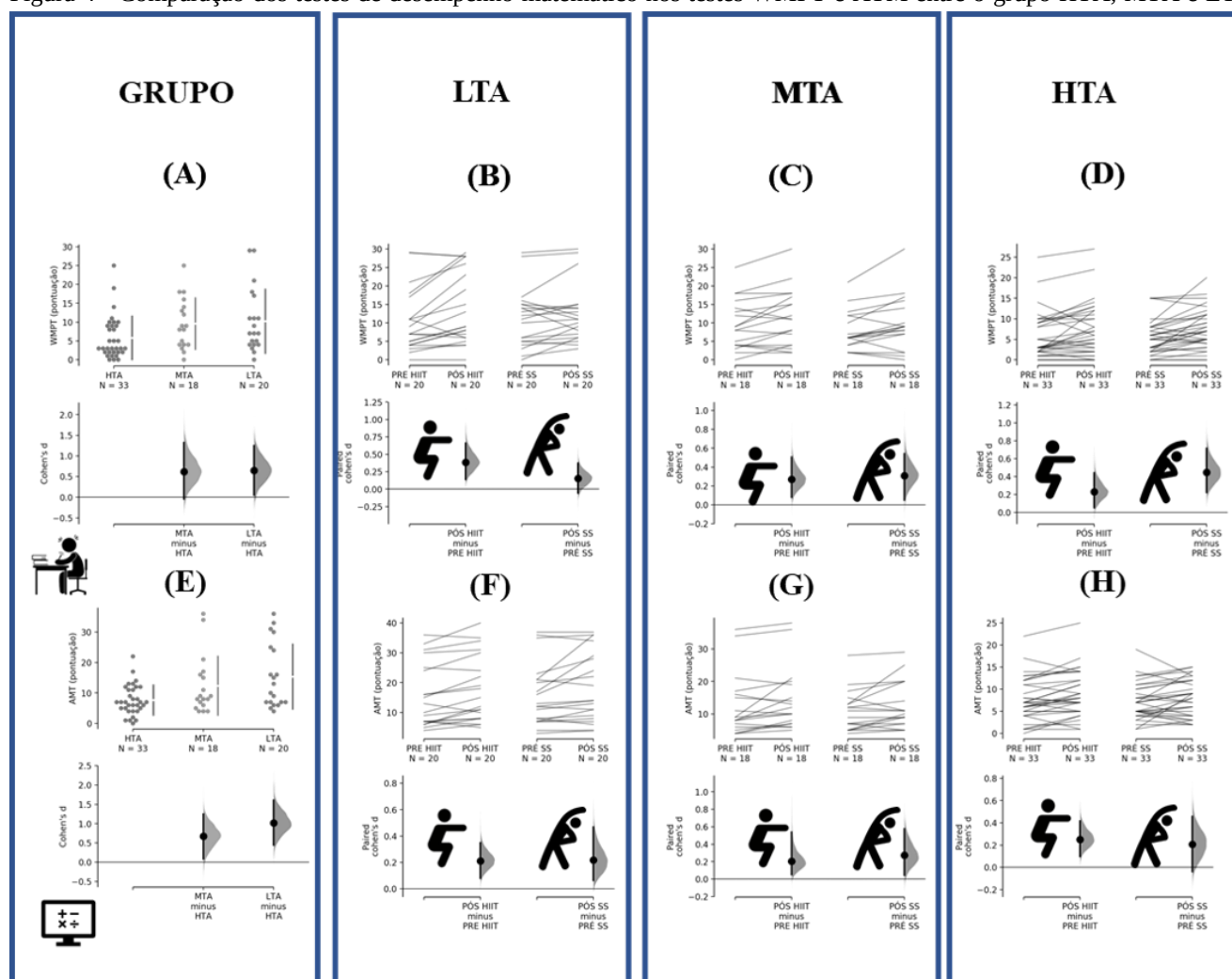
Tabela 3: Resultados dos testes de desempenho matemático aritmético e de problemas de palavras, nas condições pré e pós exercício. Média e desvio padrão, antes e após, cada tipo de exercício, nos diferentes grupos experimentais. Tamanho do efeito, intervalo de confiança e valor de alfa são apresentados para as comparações entre os resultados pré e pós exercício.

| LTA  | HIIT            |                 |           |                  |               | ALONGAMENTO    |            |              |                       |               |
|------|-----------------|-----------------|-----------|------------------|---------------|----------------|------------|--------------|-----------------------|---------------|
|      | Média<br>± DP   |                 |           |                  |               | Média<br>± DP  |            |              |                       |               |
|      | Pre             | Post            | Cohen's d | IC<br>(95%)      | P             | Pre            | Post       | Cohen's<br>d | IC<br>(95%)           | P             |
| AMT  | 15,35<br>±10,59 | 17,65<br>±11,14 | 0,212     | 0,0808,<br>0,349 | <b>0,0024</b> | 15,9<br>±10,43 | 18,3±11,54 | 0,218        | 0,0654,<br>0,469      | <b>0,0182</b> |
| WMPT | 10,2<br>±8,45   | 13,75<br>±9,84  | 0,387     | 0,139,<br>0,659  | <b>0,0028</b> | 11,2<br>±7,9   | 12,4±7,8   | 0,153        | -<br>0,0529,<br>0,37  | 0,164         |
| MTA  | HIIT            |                 |           |                  |               | ALONGAMENTO    |            |              |                       |               |
|      | Média<br>± DP   |                 |           |                  |               | Média<br>± DP  |            |              |                       |               |
|      | Pre             | Post            | Cohen's d | IC<br>(95%)      | P             | Pre            | Post       | Cohen's<br>d | IC<br>(95%)           | P             |
| AMT  | 12,33<br>±9,57  | 14,28<br>±9,60  | 0,203     | 0,0515,<br>0,538 | <b>0,0268</b> | 10,78<br>±6,23 | 12,61±7,19 | 0,273        | 0,0447,<br>0,575      | <b>0,0296</b> |
| WMPT | 9,56<br>±6,73   | 11,50<br>±7,68  | 0,269     | 0,0816,<br>0,504 | <b>0,0144</b> | 7,83<br>±5,19  | 9,78±7,29  | 0,307        | 0,0503,<br>0,541      | <b>0,0326</b> |
| HTA  | HIIT            |                 |           |                  |               | ALONGAMENTO    |            |              |                       |               |
|      | Média<br>± DP   |                 |           |                  |               | Média<br>± DP  |            |              |                       |               |
|      | Pre             | Post            | Cohen's d | IC<br>(95%)      | P             | Pre            | Post       | Cohen's<br>d | IC<br>(95%)           | P             |
| AMT  | 7,67<br>±4,9    | 8,94±5,21       | 0,252     | 0,0976,<br>0,415 | <b>0,0004</b> | 7,21<br>±4,07  | 8,06±4,11  | 0,208        | -<br>0,0388,<br>0,457 | <b>0,0998</b> |
| WMPT | 5,79<br>±5,67   | 7,18±6,39       | 0,231     | 0,0543,<br>0,442 | <b>0,014</b>  | 5,42<br>±4,13  | 7,42±4,81  | 0,446        | 0,223,<br>0,715       | <b>0,0002</b> |

Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho.



Figura 4 - Comparação dos testes de desempenho matemático nos testes WMPT e ATM entre o grupo HTA, MTA e LTA



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho.

Legenda - Comparação dos testes de desempenho matemático nos testes WMPT e ATM entre o grupo HTA, MTA e LTA (Figura A e E). Análise do efeito agudo do HIIT e SS do grupo LTA nos testes WMPT (Figura B) e ATM (figura F), no grupo MTA nos testes WMPT (Figura C) e ATM (Figura G), no grupo HTA nos testes WMPT (Figura D) e ATM (Figura I). Nota: O d de Cohen para 2 comparações (MTA e LTA) com o HTA de controle compartilhado é mostrado no gráfico de estimativa de Cumming acima. Os dados brutos são plotados nos eixos superiores. Nos eixos inferiores, as diferenças médias são plotadas como distribuições de amostragem bootstrap. Cada diferença média é representada como um ponto. Cada intervalo de confiança de 95% é indicado pelas extremidades das barras de erro verticais. No gráfico de estimativa de Cumming abaixo (Figura B, C, D, F, G e H) o d de Cohen emparelhado para duas comparações HIIT e SS. Os dados brutos são plotados nos eixos superiores; cada conjunto emparelhado de observações é conectado por uma linha. Nos eixos inferiores, cada diferença média pareada é plotada como uma distribuição de amostragem bootstrap. As diferenças médias são representadas como pontos; Os intervalos de confiança de 95% são indicados pelas extremidades das barras de erro verticais.

Análises comparando o efeito da repetição do teste em 72 horas revelou melhoria de desempenho no segundo dia de testes, nos resultados do teste de Flanker realizado antes do exercício físico (latência incongruente:  $d = -0.706$ ,  $CI = -0.945, -0.462$ ,  $p < 0.001$  e congruentes  $d = -0.618, -0.834, -0.404$ ,  $p < 0.001$ ; precisão:  $d = 0.301$ ,  $CI = 0.0965, 0.495$ ,  $p = 0.0012$ ). O mesmo ocorreu no teste matemático de aritmética

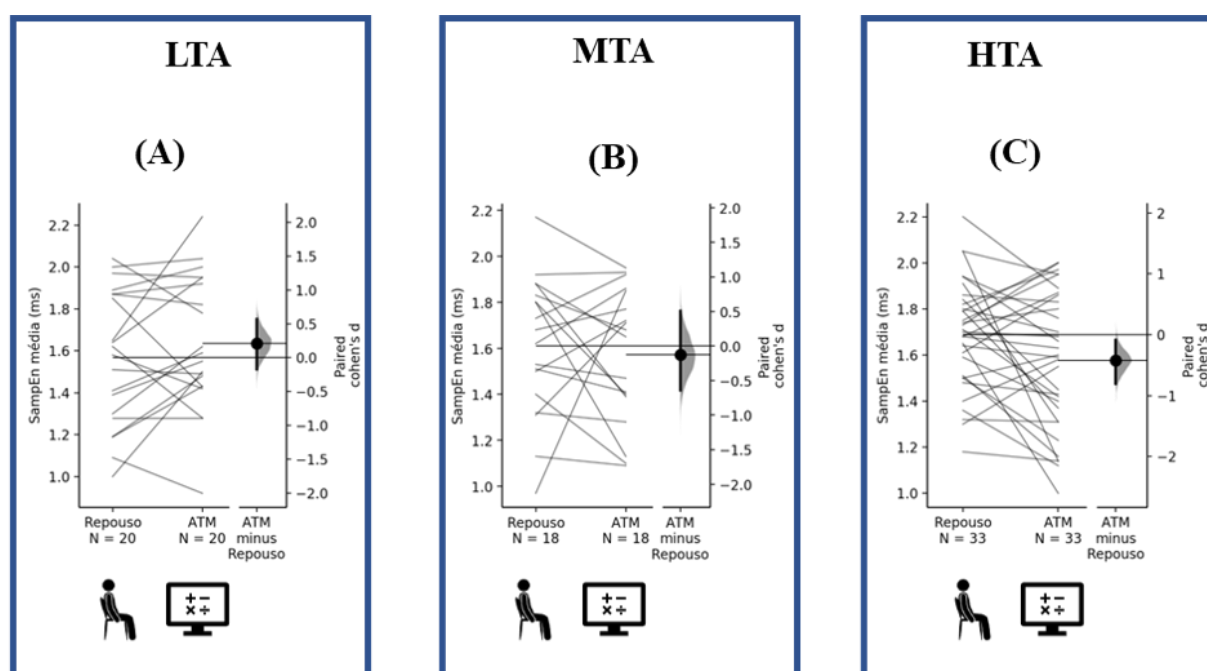
( $d = 0.355$ ,  $CI = 0.231, 0.464$ ,  $p < 0.001$ ) e no teste de problemas matemáticos de palavras ( $d = 0.727$ ,  $CI = 0.574, 0.873$ ,  $p < 0.001$ )

### 4.3 Variabilidade da Frequência Cardíaca:

#### 4.3.1 Entropia da amostra (SampEn):

A análise comparativa entre o momento de repouso e do teste matemático de aritmética antes da realização do exercício físico mostrou uma redução da entropia da amostra no grupo HTA ( $d = -0.421$ ,  $CI = -0.804, -0.0851$ ,  $p = 0.0292$ ). No entanto, os outros grupos não modificaram o comportamento da entropia da amostra. Isto quer dizer que quando os alunos que têm alta ansiedade vão realizar o teste matemático de aritmética ocorre redução da complexidade da HRV (figura 5: C).

Figura 5: Resultados da complexidade da HRV (SampEn) comparando a condição repouso com a condição teste matemático de aritmética no grupo LTA (figura A), grupo MTA (figura B) e no grupo HTA (figura C).

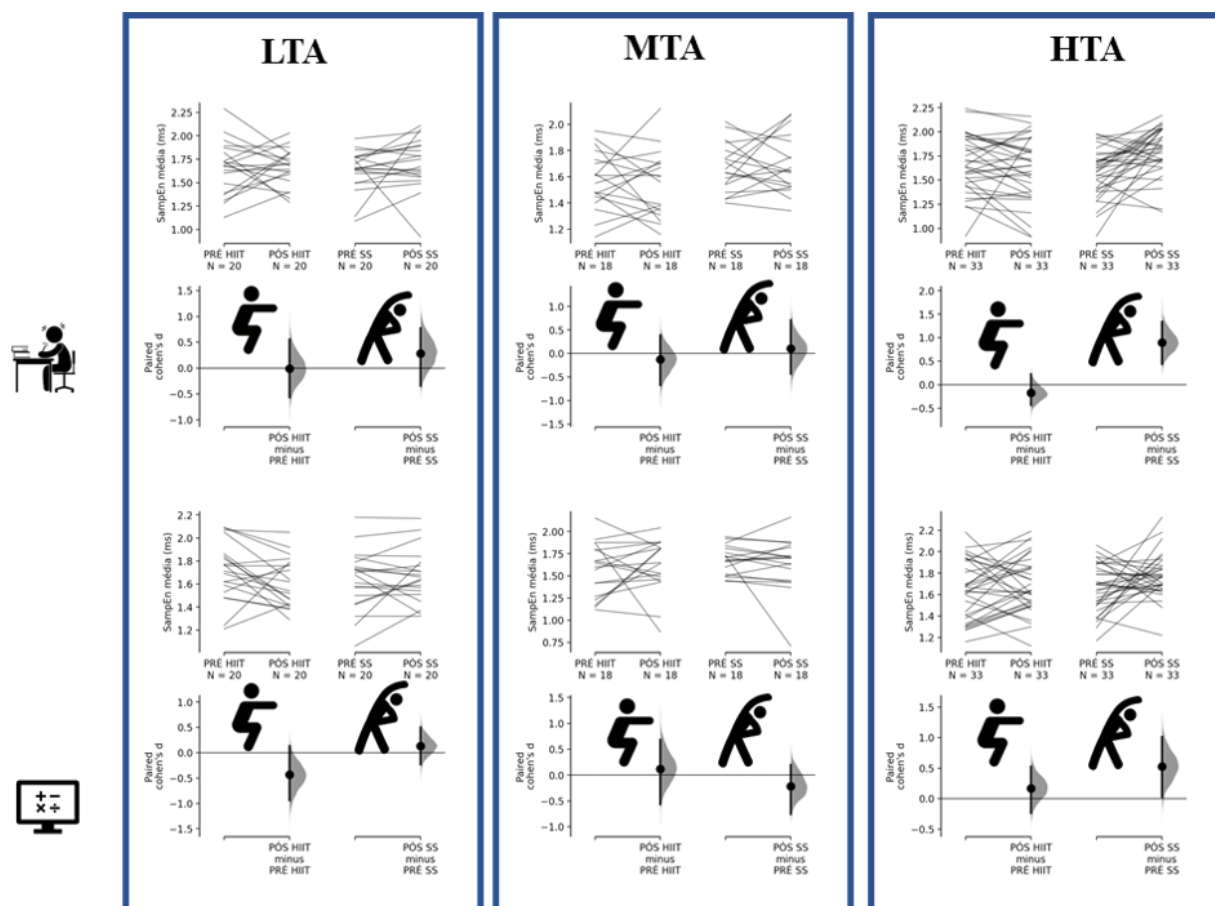


Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho.

Por outro lado, é interessante observar o efeito positivo do alongamento pelo aumento de complexidade da HRV (HTA-SS:  $d = 0.526$ ,  $IC = 0.0275, 1.01$ ,  $p = 0.0498$ , HTA-HIIT:  $d = 0.171$ ,  $IC = -0.234, 0.527$ ,  $p = 0.359$  durante o teste de problemas matemáticos de palavras no grupo de HTA (figura 10 C). Não foram observadas modificação da HRV após os exercícios nos demais grupos (MTA-HIIT:  $d = 0.119$ ,  $IC = 0.56, 0.688$ ,  $p = 0.686$ , MTA-SS:  $d = -0.214$ ,  $IC = -0.757, 0.198$ ,  $p = 0.72$ ; LTA-HIIT:  $d = -0.432$ ,  $IC = -0.939, 0.131$ ,  $p = 0.0936$ , LTA-SS:  $d = 0.132$ ,  $IC = -0.227, 0.5$ ,  $p = 0.483$ ).

Resultado semelhante também foi encontrado no teste matemático de aritmética, onde apenas o grupo de alta ansiedade ao teste apresentou aumento da SampEn após o exercício de alongamento (HTA-SS:  $d = 0,896$ , IC = 0,439, 1,34,  $p = 0,0006$ ), mas não do HIIT ( $d = -0,174$ , IC = -0,437, 0,22,  $p = 0,287$ ) (figura 6 F). No entanto, os outros grupos não tiveram modificações, independente do tipo de exercício (MTA-HIIT:  $d = -0,123$ , IC = -0,671, 0,387,  $p = 0,623$ , MTA-SS  $d = 0,103$ , IC = -0,432, 0,712,  $p = 0,711$ ; LTA-HIIT:  $d = -0,0103$ , IC = -0,568, 0,556,  $p = 0,973$ , LTA-SS:  $d = 0,282$ , IC = -0,341, 0,774,  $p = 0,366$ ).

Figura 6: Resultados comparando os efeitos do HIIT e do Alongamento sobre a complexidade da HRV (SampEn) durante os testes matemáticos de aritmética no grupo LTA (figura A), grupo MTA (figura B) e no grupo HTA (figura C).



Fonte: Elaborado pelo autor do trabalho.

## 5. DISCUSSÃO:

Este trabalho investiga pela primeira vez possíveis efeitos agudos do HIIT e do alongamento sobre o controle atencional, desempenho matemático e a complexidade da frequência cardíaca em crianças com elevada ansiedade ao teste. Nossos resultados indicam que a ansiedade ao teste elevada prejudica o controle inibitório, o desempenho em testes matemáticos e reduz a HRV durante a realização dos testes. Por outro lado, quatro minutos de exercício em HIIT ou em Alongamento foram benéficos para a eficiência do controle inibitório e desempenho matemático. O exercício de alongamento resultou em melhora no índice de complexidade da HRV durante testes matemáticos em crianças com elevada ansiedade ao teste.

Foi observado que a latência de resposta é maior no grupo de elevada ansiedade ao teste em relação ao grupo de baixa ansiedade e a precisão reduzida, a teoria do controle atencional, assim como outros estudos com ansiedade ao teste nos traz informações de que corroboram com nossos resultados, expondo o impacto negativo que a ansiedade provoca no controle inibitório (SHI & SHARPE, 2019). Além disso, o grupo de alta ansiedade tem o desempenho inferior nos testes de desempenho matemático também, o que pode ser explicado pelo prejuízo nas funções executivas que a ansiedade provoca, tendo em vista que as funções executivas, incluindo o controle inibitório são importantes para resoluções de testes matemáticos (ZHANG *et al.*, 2019).

Outro ponto importante, observamos efeito do aprendizado nos testes, a teoria do controle da atenção nos traz informações de que o participante atrasa seu tempo de resposta para aumentar sua precisão, essa teoria corrobora com nossos resultados onde o tempo de resposta foram mais lentos, porém ocorreu o aumento da precisão (SHI; SHARPE, 2019).

Além disso a HRV do estado de repouso para condição de teste matemático de aritmética foi observada redução na complexidade da SampEn no grupo com elevada ansiedade, o que parece ser um sinal de aumento da atividade simpática e do controle executivo. Resultados semelhantes foram observados em jovens adultos altamente ansiosos que tiveram a SampEn mensurada na condição de repouso e de teste matemático (DIMITRIEV; SAPEROVA; DIMITRIEV, 2016). Além disso, em outro estudo, foi observando em um grupo que foi exposto ao estresse aritmético, reduções na complexidade (VUKSANOVIĆ; GAL, 2007). Nossos resultados corroboram com estudos anteriores e acrescentam que essa redução na SampEn pode ser específica em crianças com alta, mas não moderada, ansiedade ao teste.

Estudos anteriores demonstraram a melhora do controle inibitório de modo agudo já foi observado após uma sessão de HIIT (MOREAU; CHOU, 2019), o que pode estar relacionado com fatores neuroquímicos, como maior produção de lactato fornecido em exercícios de alta intensidade (KEMPPAINEN *et al.*, 2005; TSUKAMOTO *et al.*, 2016), além de outros estímulos promovidos por

uma sessão aguda de exercício como maior oxigenação no córtex pré-frontal, região responsável pelas funções executivas, como também o aumento neurotransmissores como dopamina e serotonina, assim como das neurotrofinas BDNF e IGF-1, além de gerar impacto positivo no sistema endocanabinóide (ARNSTEN; LI, 2005; BASSO; SUZUKI, 2017). Em nosso trabalho demonstramos que o controle inibitório foi mais eficiente onze minutos após exercício em HIIT para crianças com baixa e alta ansiedade ao teste.

Também observamos melhora do controle inibitório após uma sessão aguda de alongamento, porém até onde sabemos, apenas um estudo tinha observado este efeito, no entanto, este estudo se difere do nosso, pois foi realizado jovens adultos, além disto, o teste utilizado foi o teste Stroop Color-Word, a sessão de alongamento estático foi baseada em poses de yoga e a duração da sessão foi de 10 minuto (SUDO; ANDO, 2020). Se comparado ao nosso protocolo de alongamento estático, conseguimos atingir o mesmo objetivo de melhorar o controle inibitório, porém em apenas 4 minutos. Quando olhamos para HRV medida durante o experimento, podemos observar que ocorreu aumento da atividade vagal após o SS que está relacionada a melhor desempenho cognitivo (KIMHY et al., 2013), o que talvez possa explicar a melhora no teste. Parece também haver especificidade quanto ao componente do controle inibitório onde a redução nas latências de resposta, congruente e incongruente, não coincide com redução no custo do conflito. Essas diferenças podem indicar que supressão da interferência e controle de respostas podem ser diferentemente influenciadas pelo exercício de alongamento.

Encontramos melhora nos testes matemáticos após o HIIT, assim como já documentado em outras investigações com intervenções agudas de alta intensidade (PHILLIPS, HANNON; CASTELLI, 2015; THOMPSON *et al.*, 2016). Porém, até onde sabemos, nossos resultados são os primeiros a demonstrar efeitos agudos positivos do alongamento estático em testes matemáticos. Neste contexto, a melhor performance nos testes matemáticos pode estar relacionada a melhora nas funções executivas, assim como o aumento da atividade parassimpática que ocorreu durante os testes de matemática após o alongamento nos indivíduos (ALLAN *et al.*, 2014; PASCUAL, MUÑOZ; ROBRES, 2019). É também inédito o resultado específico ao nível de ansiedade ao teste em que a melhora de desempenho não foi observada no teste matemático de palavras no grupo de baixa ansiedade e no teste aritmético no grupo de alta ansiedade ao teste.

Outro possível fenômeno que pode ter beneficiado os alunos para melhora no desempenho dos testes, é a melhora do estado de humor após a sessão aguda de exercício físico, temos evidências sugerindo que imediatamente após uma sessão aguda de exercício físico, seja de baixa, moderada ou alta intensidade, é possível ocorrer modificações benéficas no humor, se tornando uma estratégia eficaz para reduzir os sintomas psicológicos produzidos por um estressor agudo (BASSO & SUZUKI, 2017).

Observamos aumento da atividade parassimpática após o alongamento estático que pode estar relacionado a sensibilidade barorreflexa, aumento da vasodilatação e relaxamento psicofísico, assim como é discutido na revisão de Wong e Figueroa (2019) proporcionando aumento da atividade parassimpática após uma sessão de alongamento estático, já após o HIIT não ocorreu a redução esperada imediatamente após o exercício que é esperada por conta do aumento da frequência cardíaca, por consequência aumento da atividade simpática, como foi observada em outros estudos (SCHAUN & DEL VECCHIO, 2018; LUDYGA *et al.*, 2020).

### **5.1. Limitações e pontos positivos:**

A falta de um dia de intervenção passiva, ou seja, sem exercício, poderia esclarecer mais informações para nossos resultados, nesse sentido, futuras pesquisas com essa população, podem replicar o estudo adicionando um dia sem nenhum tipo de exercício físico para observações se os resultados se repetem ou não, para ter certeza se o efeito benéfico é realmente do exercício físico. A randomização dos testes também poderia nos trazer informações se a ordem dos testes tem alguma influência em algum aspecto do teste, nesse sentido, está pode ser outra melhoria adotada no desenho experimental para as próximas investigações, por outro lado se ocorreu influência de um teste em outro, todos os participantes passaram por isto. Além disso, a falta de marcadores bioquímicos nos limita ter menos informações para explicar possíveis mecanismos que podem ter impactado os resultados.

No entanto, nosso estudo traz um ensaio de possível reprodutibilidade que pode ser aplicado em escolares, como utilizamos apenas o próprio peso corporal para realização da atividade torna se um modelo mais democrático para profissionais da área utilizarem na sua prática clínica, além disso, esta pesquisa tem um ensaio randomizado e cruzado o que traz mais força para o estudo, além de utilizar o número de participantes sugerido para intervenções agudas que desejam investigar afeito do exercício físico na cognição (PONTIFEX *et al.*, 2019). Além do mais, até onde sabemos esta parece ser a primeira pesquisa a investigar o efeito agudo do HIIT e SS em crianças com TA, nesse sentido ainda existe muito a ser explorado nessa população.

## **6. CONCLUSÃO:**

Elevados níveis de ansiedade provocam reduções na variabilidade da frequência cardíaca quando alunos ansiosos estão expostos a testes matemáticos, além do desempenho prejudicado na inibição e em testes matemático, esse prejuízo se estende a crianças com níveis moderados de ansiedade, no entanto o uma sessão aguda de 4 minutos de HIIT e alongamento são capazes de melhorar o controle inibitório e o desempenho matemático em crianças com os três níveis de ansiedade ao teste. Essa intervenção de baixo custo e curta duração pode ser uma estratégia viável para atenuar prejuízos induzidos pela ansiedade ao teste em crianças. Está parece ser a primeira pesquisa a investigar efeitos agudos do

exercício de HIIT e alongamento e crianças com ansiedade ao teste, neste contexto, mais estudos devem ser realizados com os mesmos objetivos e demais faixa etárias.

## REFERÊNCIAS

- ALLAN, Nicholas P. *et al.* Relations between inhibitory control and the development of academic skills in preschool and kindergarten: a meta-analysis. **Developmental psychology**, v. 50, n. 10, p. 2368, 2014.
- AMATRIAIN-FERNÁNDEZ, Sandra; EZQUERRO GARCÍA-NOBLEJAS, Milagros; BUDDE, Henning. Effects of chronic exercise on the inhibitory control of children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 31, n. 6, p. 1196-1208, 2021.
- ARNSTEN, Amy FT; LI, Bao-Ming. Neurobiology of executive functions: catecholamine influences on prefrontal cortical functions. **Biological psychiatry**, v. 57, n. 11, p. 1377-1384, 2005.
- BRADY, Alison M. Anxiety of performativity and anxiety of performance: self-evaluation as bad faith. **Oxford Review of Education**, v. 45, n. 5, p. 605-618, 2019
- BEHM, David G.; CHAOUACHI, Anis. A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. **European journal of applied physiology**, v. 111, n. 11, p. 2633-2651, 2011.
- BORNAS, Xavier *et al.* Complexity of everyday life heart rate dynamics and attentional control in healthy students. **Nonlinear Dynamics Psychol Life Sci**, v. 17, n. 3, p. 345-60, 2013.
- BURMA, Joel S. *et al.* Effects of high-intensity intervals and moderate-intensity exercise on baroreceptor sensitivity and heart rate variability during recovery. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 45, n. 10, p. 1156-1164, 2020.
- BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.
- BASSO, Julia C.; SUZUKI, Wendy A. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: A review. **Brain Plasticity**, v. 2, n. 2, p. 127-152, 2017.
- CARVALHO, Felipe LP *et al.* Acute effects of a warm-up including active, passive, and dynamic stretching on vertical jump performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 9, p. 2447-2452, 2012.
- CACIOPPO, John T.; GARDNER, Wendi L.; BERNTSON, Gary G. The affect system has parallel and integrative processing components: Form follows function. **Journal of personality and Social Psychology**, v. 76, n. 5, p. 839, 1999.
- CHALMERS, John A. *et al.* Anxiety disorders are associated with reduced heart rate variability: a meta-analysis. **Frontiers in psychiatry**, v. 5, p. 80, 2014.
- CORTÉS PASCUAL, Alejandra; MOYANO MUÑOZ, Nieves; QUILEZ ROBRES, Alberto. The relationship between executive functions and academic performance in primary education: Review and meta-analysis. **Frontiers in psychology**, v. 10, p. 1582, 2019.
- COHEN, Jacob. A power primer. **Psychological bulletin**, v. 112, n. 1, p. 155, 1992.



- CHUDUC, Hoang; NGUYENPHAN, Kien; NGUYENVIET, Dung. A review of heart rate variability and its applications. **APCBEE procedia**, v. 7, p. 80-85, 2013.
- DIAMOND, Adele. Executive functions. **Annual review of psychology**, v. 64, p. 135-168, 2013.
- DAMASIO, Antonio R. The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, v. 351, n. 1346, p. 1413-1420, 1996.
- DALY-SMITH, Andy J. *et al.* Systematic review of acute physically active learning and classroom movement breaks on children's physical activity, cognition, academic performance and classroom behaviour: understanding critical design features. **BMJ open sport & exercise medicine**, v. 4, n. 1, p. e000341, 2018.
- DRISCOLL, Richard. Westside Test Anxiety Scale validation. **Online submission**, 2007.
- DIMITRIEV, Dimitriy A.; SAPEROVA, Elena V.; DIMITRIEV, Aleksey D. State anxiety and nonlinear dynamics of heart rate variability in students. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0146131, 2016.
- VON DER EMBSE, Nathaniel *et al.* Test anxiety effects, predictors, and correlates: A 30-year meta-analytic review. **Journal of affective disorders**, v. 227, p. 483-493, 2018.
- EYSENCK, Michael W. *et al.* Anxiety and cognitive performance: attentional control theory. **Emotion**, v. 7, n. 2, p. 336, 2007.
- EYSENCK, Michael W.; DERAQSHAN, Nazanin. New perspectives in attentional control theory. **Personality and Individual Differences**, v. 50, n. 7, p. 955-960, 2011.
- FARINATTI, Paulo TV *et al.* Acute effects of stretching exercise on the heart rate variability in subjects with low flexibility levels. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 6, p. 1579-1585, 2011.
- FRIEDMAN, Naomi P.; MIYAKE, Akira. The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. **Journal of experimental psychology: General**, v. 133, n. 1, p. 101, 2004.
- GILES, D.; DRAPER, N.; NEIL, W. Validity of the Polar V800 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. **European journal of applied physiology**, 116(3), p. 563-571, 2016.
- HINDS, Jenalee A.; SANCHEZ, Edwin R. The Role of the Hypothalamus–Pituitary–Adrenal (HPA) Axis in Test-Induced Anxiety: Assessments, Physiological Responses, and Molecular Details. **Stresses**, v. 2, n. 1, p. 146-155, 2022.
- HO, Joses *et al.* Moving beyond P values: data analysis with estimation graphics. **Nature methods**, v. 16, n. 7, p. 565-566, 2019.
- HOSHI, Rosangela Akemi *et al.* Poincaré plot indexes of heart rate variability: relationships with other nonlinear variables. **Autonomic Neuroscience**, v. 177, n. 2, p. 271-274, 2013.
- JAKOBSEN, Janus Christian *et al.* When and how should multiple imputation be used for handling missing data in randomised clinical trials—a practical guide with flowcharts. **BMC medical research methodology**, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2017.

JOSE, Anthony D.; COLLISON, D. The normal range and determinants of the intrinsic heart rate in man. **Cardiovascular research**, v. 4, n. 2, p. 160-167, 1970.

KAO, Shih-Chun *et al.* Comparison of the acute effects of high-intensity interval training and continuous aerobic walking on inhibitory control. **Psychophysiology**, v. 54, n. 9, p. 1335-1345, 2017.

KALANTHROFF, Eyal *et al.* Anxiety, emotional distraction, and attentional control in the Stroop task. **Emotion**, v. 16, n. 3, p. 293, 2016.

KRUSE, Nicholas T.; SCHEUERMANN, Barry W. Cardiovascular responses to skeletal muscle stretching: "Stretching" the truth or a new exercise paradigm for cardiovascular medicine?. **Sports Medicine**, v. 47, p. 2507-2520, 2017.

KEMPPAINEN, Jukka *et al.* High intensity exercise decreases global brain glucose uptake in humans. **The Journal of physiology**, v. 568, n. 1, p. 323-332, 2005.

KIMHY, D. *et al.* The association of cardiac vagal control and executive functioning—findings from the MIDUS study. **Journal of psychiatric research**, v. 47, n. 5, p. 628-635, 2013.

KIM, Hae-Young. Statistical notes for clinical researchers: A one-way repeated measures ANOVA for data with repeated observations. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 40, n. 1, p. 91-95, 2015.

KIM, Hae-Young. Analysis of variance (ANOVA) comparing means of more than two groups. **Restorative dentistry & endodontics**, v. 39, n. 1, p. 74-77, 2014.

LAMERS, Martijn JM; ROELOFS, Ardi. Attention and gaze shifting in dual-task and go/no-go performance with vocal responding. **Acta psychologica**, v. 137, n. 3, p. 261-268, 2011.

LEVY, Matthew N. Autonomic interactions in cardiac control a. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 601, n. 1, p. 209-221, 1990.

LUDYGA, Sebastian *et al.* The acute effects of aerobic exercise on cognitive flexibility and task-related heart rate variability in children with ADHD and healthy controls. **Journal of attention disorders**, v. 24, n. 5, p. 693-703, 2020.

MASINI, Alice *et al.* Evaluation of school-based interventions of active breaks in primary schools: A systematic review and meta-analysis. **Journal of science and medicine in sport**, v. 23, n. 4, p. 377-384, 2020.

MONTERO-MARIN, Jesus *et al.* Effectiveness of a stretching program on anxiety levels of workers in a logistic platform: a randomized controlled study. **Atención primaria**, v. 45, n. 7, p. 376-383, 2013.

MOREAU, David; CHOU, Edward. The acute effect of high-intensity exercise on executive function: a meta-analysis. **Perspectives on Psychological Science**, v. 14, n. 5, p. 734-764, 2019.

MUELLER, Shane T.; PIPER, Brian J. The psychology experiment building language (PEBL) and PEBL test battery. **Journal of neuroscience methods**, v. 222, p. 250-259, 2014.

O'DONNELL, Patrick S. Executive functioning profiles and test anxiety in college students. **Journal of Psychoeducational Assessment**, v. 35, n. 5, p. 447-459, 2017.

- OTTAVIANI, Cristina *et al.* Resting heart rate variability predicts inhibitory control above and beyond impulsivity. **Journal of Psychophysiology**, 2018.
- PAVLIN-BERNARDIĆ, Nina. Children's solving of mathematical word problems: The contribution of working memory. **Review of psychology**, v. 15, n. 1-2, p. 35-43, 2008.
- POPPA, Tasha; BECHARA, Antoine. The somatic marker hypothesis: revisiting the role of the 'body-loop' in decision-making. **Current opinion in behavioral sciences**, v. 19, p. 61-66, 2018.
- PERROTTA, Andrew S. *et al.* Validity of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in a field-based setting. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 31, n. 8, p. 2296-2302, 2017.
- PHILLIPS, David; HANNON, James C.; CASTELLI, Darla M. Effects of vigorous intensity physical activity on mathematics test performance. **Journal of Teaching in Physical Education**, v. 34, n. 3, p. 346-362, 2015.
- PLAG, Jens *et al.* Working out the worries: A randomized controlled trial of high intensity interval training in generalized anxiety disorder. **Journal of Anxiety Disorders**, v. 76, p. 102311, 2020.
- PONTIFEX, Matthew B. *et al.* A primer on investigating the after effects of acute bouts of physical activity on cognition. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 40, p. 1-22, 2019.
- POTVIN, Patrick J.; SCHUTZ, Robert W. Statistical power for the two-factor repeated measures ANOVA. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 32, n. 2, p. 347-356, 2000.
- REED, Justy; ONES, Deniz S. The effect of acute aerobic exercise on positive activated affect: A meta-analysis. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 7, n. 5, p. 477-514, 2006.
- RICHMAN, Joshua S.; MOORMAN, J. Randall. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 278, n. 6, p. H2039-H2049, 2000.
- ROOS, Anna-Lena *et al.* Test anxiety and physiological arousal: a systematic review and meta-analysis. **Educational Psychology Review**, v. 33, n. 2, p. 579-618, 2021.
- ROXBURGH, Ariel D.; HUGHES, Matthew E.; CORNWELL, Brian R. Threat-induced anxiety weakens inhibitory control. **Biological psychology**, v. 144, p. 99-102, 2019.
- SCHAUN, Gustavo Z.; DEL VECCHIO, Fabrício B. High-intensity interval exercises' acute impact on heart rate variability: comparison between whole-body and cycle ergometer protocols. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 1, p. 223-229, 2018.
- SHI, Ran; SHARPE, Louise; ABBOTT, Maree. A meta-analysis of the relationship between anxiety and attentional control. **Clinical psychology review**, v. 72, p. 101754, 2019.
- SMITH, Ryan *et al.* The hierarchical basis of neurovisceral integration. **Neuroscience & biobehavioral reviews**, v. 75, p. 274-296, 2017.
- SOARES, David; WOODS, Kevin. An international systematic literature review of test anxiety interventions 2011–2018. **Pastoral Care in Education**, v. 38, n. 4, p. 311-334, 2020.

SUDO, Mizuki; ANDO, Soichi. Effects of Acute Stretching on Cognitive Function and Mood States of Physically Inactive Young Adults. **Perceptual and motor skills**, v. 127, n. 1, p. 142-153, 2020.

SCHAUN, Gustavo Z.; DEL VECCHIO, Fabrício B. High-intensity interval exercises' acute impact on heart rate variability: comparison between whole-body and cycle ergometer protocols. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 1, p. 223-229, 2018.

SHAFFER, Fred; GINSBERG, Jay P. An overview of heart rate variability metrics and norms. **Frontiers in public health**, p. 258, 2017.

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.

THOMPSON, Hannah R. *et al.* The impact of moderate-vigorous intensity physical education class immediately prior to standardized testing on student test-taking behaviors. **Mental Health and Physical Activity**, v. 11, p. 7-12, 2016.

THAYER, Julian F.; LANE, Richard D. A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. **Journal of affective disorders**, v. 61, n. 3, p. 201-216, 2000.

THAYER, Julian F. *et al.* Age-related differences in prefrontal control of heart rate in humans: A pharmacological blockade study. **International Journal of Psychophysiology**, v. 72, n. 1, p. 81-88, 2009.

THAYER, Julian F. *et al.* Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. **Annals of behavioral medicine**, v. 37, n. 2, p. 141-153, 2009.

THAYER, Julian F.; LANE, Richard D. Claude Bernard and the heart–brain connection: Further elaboration of a model of neurovisceral integration. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 33, n. 2, p. 81-88, 2009.

THAYER, Julian F. *et al.* A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 36, n. 2, p. 747-756, 2012.

VUKSANOVIĆ, Vesna; GAL, Vera. Heart rate variability in mental stress aloud. **Medical engineering & physics**, v. 29, n. 3, p. 344-349, 2007.

WILLIAMS, Paula G. *et al.* The association between individual differences in executive functioning and resting high-frequency heart rate variability. **Biological psychology**, v. 148, p. 107772, 2019.

WONG, Alexei; FIGUEROA, Arturo. Effects of acute stretching exercise and training on heart rate variability: a review. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 5, p. 1459-1466, 2021

YIN, Jianchun; TANG, Lijun; DISHMAN, Rodney K. The effects of a single session of mindful exercise on anxiety: A systematic review and meta-analysis. **Mental Health and Physical Activity**, v. 21, p. 100403, 2021.

YOUNG, Hayley; BENTON, David. We should be using nonlinear indices when relating heart-rate dynamics to cognition and mood. **Scientific reports**, v. 5, n. 1, p. 16619, 2015.

ZHANG, Wenpei *et al.* ERP Evidence for inhibitory control deficits in test-anxious individuals. **Frontiers in psychiatry**, v. 10, p. 645, 2019

## ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO CONSELHO DE ÉTICA EM PESQUISA

UFPA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO



## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** Implicações da Atividade Física em Crianças com Ansiedade Matemática

**Pesquisador:** Marcos Guilherme Moura Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 76887417.2.0000.0018

**Instituição Proponente:** Instituto de Educação Matemática e Científica

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.195.511

**Apresentação do Projeto:**

A ansiedade matemática (AM) pode interferir negativamente na cognição e no desempenho acadêmico, contribuindo para que uma parcela significativa da população escolar não experimente uma adequada proficiência matemática. Por outro lado, um campo de pesquisa emergente indica que a atividade física pode melhorar funções cognitivas e realizações acadêmicas em crianças. Partindo de tais pressupostos e da ausência de evidências correlacionando essas temáticas, objetiva-se investigar as implicações agudas do exercício físico moderado (~70% VO<sub>2</sub> máx.) em meninos e meninas na faixa etária entre 9 e 12 anos que apresentem alta ansiedade matemática (HMA). Após o consentimento dos pais e responsáveis, testes subjetivos como a Escala Curta de ansiedade matemática para Crianças (SEMA), o teste de ansiedade geral (Children's Manifest Anxiety Scale, segunda edição) e a Escala Revisada de Ansiedade e Depressão Infantil (RCADS), serão aplicados em quatro escolas públicas na cidade de Belém (PA), sendo em 120 alunos da Escola de Aplicação da Universidade Federal do Pará, 120 alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental Caldeira Castelo Branco, 120 alunos da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Dom Pedro I e 120 alunos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Alzira Pernambuco, classificando-os de acordo com seus graus de ansiedade: HMA- alta ansiedade Matemática e LMA- baixa ansiedade matemática. Após a triagem inicial, as crianças participarão de testes neuropsicológicos e de desempenho matemático, antes (T0) e imediatamente após (T1) à prática de atividade física moderada em esteira motorizada, sempre monitorados por aparelho de

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá

**CEP:** 66.075-110

**UF:** PA

**Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735

**Fax:** (91)3201-8028

**E-mail:** cepccs@ufpa.br

# UFPA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.195.511

variabilidade da frequência cardíaca (cardiofrequencímetro modelo V800 da marca Polar). Espera-se que a atividade física mitigue os efeitos da AM ao mesmo tempo que melhore o desempenho acadêmico dos participantes.

## **Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** Investigar as implicações agudas do exercício físico moderado (~70% VO2 max) em crianças com ansiedade matemática.

**Objetivo Secundário:** Analisar a relação entre Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC), Desempenho Matemático e Ansiedade Matemática;

## **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** Dentre os riscos previsíveis, salienta-se o constrangimento ao se tentar responder a Escala de Ansiedade Matemática e o teste de desempenho acadêmico. Em atenção à eles, os testes poderão ser realizados individualmente ou coletivamente com sigilo absoluto de seus resultados, sem prejuízo de informações aos pais e responsáveis. Em relação aos riscos envolvidos na prática da atividade física, ela se dará de modo individual, precedida de uma explicação minuciosa de seu desenvolvimento, sempre mediada pela equipe técnica da pesquisa. Com os riscos minimizados, a pesquisa oferece elevada possibilidade de gerar conhecimento de prevenção e remediação da ansiedade matemática na infância. Ressalta-se que o pesquisador responsável suspenderá a pesquisa imediatamente ao perceber algum dano à integridade física do sujeito participante da pesquisa e o Comitê de Ética em Pesquisa será informado dos efeitos adversos ou fatos significativos que alterem o curso normal da investigação. Igualmente, assume-se a responsabilidade de prover assistência integral decorrentes dos possíveis riscos.

**Benefícios:** O desenvolvimento do estudo poderá trazer benefícios físicos, mentais e emocionais aos participantes da pesquisa, particularmente aqueles relacionados a melhora no desempenho matemático e a redução no nível de ansiedade matemática, conduzindo para uma adequada proficiência numérica. Ademais, a difusão do conhecimento a partir de canais de comunicação científica, ampliará a discussão emergente dos efeitos da atividade física na cognição.

## **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O protocolo encaminhado trata-se de uma emenda com a justificativa de que diante da necessidade de algumas demandas da pesquisa "Implicações da atividade Física em Crianças com

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá

**CEP:** 66.075-110

**UF:** PA

**Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735

**Fax:** (91)3201-8028

**E-mail:** cepccs@ufpa.br

# UFPA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.195.511

Ansiedade Matemática", já apreciada e aprovada por esse conselho sob o número CAAE: 76887417.2.0000.0018 e Parecer nº 2.305.203, solicitamos a inclusão dessas emendas ao projeto original, que não descaracterizam o estudo originalmente proposto. \_ Fizemos a inclusão de mais três (3) escolas: Escola Estadual de Ensino Fundamental Caldeira Castelo Branco, Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Dom Pedro I e Escola Municipal de Ensino Fundamental Alzira Pernambuco, com o objetivo de expandir a amostra a fim de aumentar a Heterogeneidade dentro da amostra, com a perspectiva de tornar os resultados mais confiáveis, fazendo com que esse método possa ser reproduzido em outros lugares. \_ A inclusão da escala RCADS entra no projeto como covariável, pois, nosso objetivo é que essa escala possa fornecer mais subsídios durante as análises sobre a ansiedade. \_ Devido o aumento de escolas, das amostras e da escala RCADS, consequentemente o cronograma da pesquisa precisou sofrer alteração, por este motivo, ampliamos a pesquisa até 31 de dezembro de 2020.

## Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos apresentados contemplam os sugeridos pelo sistema CEP/CONEP.

## Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do protocolo. Este é nosso parecer, SMJ.

## Considerações Finais a critério do CEP:

## Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                                            | Arquivo                                        | Postagem            | Autor                        | Situação |
|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------|------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto                            | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1208982_E1.pdf          | 28/11/2018 00:13:10 |                              | Aceito   |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.doc | 27/11/2018 23:58:27 | Marcos Guilherme Moura Silva | Aceito   |
| Outros                                                    | Questionario_Rcads.doc                         | 27/11/2018 23:50:27 | Marcos Guilherme Moura Silva | Aceito   |
| Cronograma                                                | Cronograma_de_execucao_da_pesquisa.doc         | 27/11/2018 23:49:41 | Marcos Guilherme Moura Silva | Aceito   |
| Outros                                                    | Modelo_Teste_Desempenho_Matematico.pdf         | 31/08/2017 16:51:56 | Marcos Guilherme Moura Silva | Aceito   |
| Outros                                                    | EscalaOQPS_RCMAS.pdf                           | 31/08/2017 16:49:09 | Marcos Guilherme Moura Silva | Aceito   |

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá

**CEP:** 66.075-110

**UF:** PA

**Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735

**Fax:** (91)3201-8028

**E-mail:** cepccs@ufpa.br



# UFPA - INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 3.195.511

|                                                  |                                                 |                        |                                 |        |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------|--------|
| Outros                                           | SEMA.docx                                       | 31/08/2017<br>16:47:58 | Marcos Guilherme<br>Moura Silva | Aceito |
| Declaração de<br>Pesquisadores                   | Declaracao_de_concordancia_de_pesquisadores.pdf | 31/08/2017<br>15:31:35 | Marcos Guilherme<br>Moura Silva | Aceito |
| Declaração de<br>Instituição e<br>Infraestrutura | Declaracao_de_instituicao_e_infraestrutura.pdf  | 31/08/2017<br>15:30:56 | Marcos Guilherme<br>Moura Silva | Aceito |
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador  | Projeto_Brochura_do_investigador.pdf            | 31/08/2017<br>15:27:47 | Marcos Guilherme<br>Moura Silva | Aceito |
| Folha de Rosto                                   | Folha_de_Rosto.pdf                              | 31/08/2017<br>15:20:49 | Marcos Guilherme<br>Moura Silva | Aceito |

## Situação do Parecer:

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:** Não

BELEM, 13 de Março de 2019

## Assinado por:

**Wallace Raimundo Araujo dos Santos (Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01-SI do ICS 13 - 2º and.

**Bairro:** Campus Universitário do Guamá

**CEP:** 66.075-110 **UF:**

PA

**Município:** BELEM

**Telefone:** (91)3201-7735

**Fax:** (91)3201-8028

**E-mail:** cepccs@ufpa.br

## ANEXO B - Escala de Ansiedade do Teste Westside.

ALUNO (A) : \_\_\_\_\_ ID: \_\_\_\_\_

MASCULINO ( ) FEMININO ( ) SERIE: \_\_\_\_ IDADE: \_\_\_\_

|                        |
|------------------------|
| <b>Escala Westside</b> |
|------------------------|

Modo de responder:

Em cada questão são apresentadas como opções, das quais poderá escolher APENAS UMA.

| 5                 | 4                         | 3                           | 2                   | 1                |
|-------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------|
| Sempre verdadeiro | Frequentemente Verdadeiro | Metade das vezes Verdadeiro | Às vezes verdadeiro | Nunca Verdadeiro |

Deve marcar com um (X) no quadrado que mais corresponde ao seu caso.

Responda a todas as questões e confira antes de entregar.

|     |                                                                                                                              | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|---|---|
| 1º  | Quando mais próximo de um teste importante, mais difícil é para me concentrar no estudo.                                     |   |   |   |   |   |
| 2º  | Quando estudo para os meus testes, me preocupo em não lembrar da matéria.                                                    |   |   |   |   |   |
| 3º  | Durante os testes importantes, penso que estou respondendo mal ou imagino errando tudo.                                      |   |   |   |   |   |
| 4º  | Eu perco a concentração em testes importantes e não consigo lembrar a matéria que sabia antes do teste.                      |   |   |   |   |   |
| 5º  | Lembro Facilmente das respostas das questões dos testes, depois que o teste termina.                                         |   |   |   |   |   |
| 6º  | Tenho uma preocupação antes de um teste importante que me sinto cansado (a) para dar o meu melhor no teste.                  |   |   |   |   |   |
| 7º  | Quando tenho testes importantes me sinto indisposto (a).                                                                     |   |   |   |   |   |
| 8º  | Sinto minha cabeça vazia, quando vou fazer testes importantes.                                                               |   |   |   |   |   |
| 9º  | Depois dos testes, fico preocupado (a) pensando se fui bem.                                                                  |   |   |   |   |   |
| 10º | Evito fazer os testes, porque sinto que tudo o que eu posso fazer não será o suficiente. Eu quero fazer as coisas perfeitas. |   |   |   |   |   |

## ANEXO C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Nome \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ aluno, \_\_\_\_\_ nacionalidade, \_\_\_\_\_ idade, \_\_\_\_\_ endereço)\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ neste ato representado por mim, (nome do representante legal, nacionalidade, idade, estado civil, profissão, endereço, grau de parentesco com o participante da pesquisa ou qualificação \_\_\_\_\_ como \_\_\_\_\_ tutor \_\_\_\_\_ ou curador)\_\_\_\_\_

está sendo convidado a participar do estudo denominado **Implicações da atividade física em crianças com ansiedade matemática** cujo objetivo destina-se *investigar as implicações da atividade física em crianças com ansiedade matemática*.

A Ansiedade Matemática está relacionada ao baixo desempenho na disciplina, podendo causar consequências tanto na vida acadêmica quanto cotidiana do aluno. Há estudos bem estabelecidos mostrando que a ansiedade matemática se desenvolve em crianças, podendo evoluir para os anos escolares subsequentes. Por outro lado, pesquisas evidenciam melhoras no desempenho matemático em alunos que realizaram atividades físicas específicas. Nesse sentido, pretende-se analisar a atividade física como fator de redução/reversão da ansiedade matemática, e que pode, por sua vez, apresentar efeitos positivos no desempenho matemático dos participantes.

A participação de seu representado no referido estudo será no sentido de responder à um questionário que avalia o grau de ansiedade matemática, participar de testes de desempenho matemático, teste neuropsicológico, bem como de atividade física que serão acompanhados pela equipe de pesquisadores.

Fica informado de que, da pesquisa a se realizar, é possível esperar alguns benefícios para a criança, tais como: melhora no desempenho matemático e redução no nível de ansiedade matemática.

Por outro lado, fica informado os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos decorrentes do estudo, tais como o desconforto de responder a questionários e questões matemáticas e indisposição para realizar atividade física.

A privacidade da criança será respeitada, de modo que seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, o (a) identificar, será mantido

em sigilo.

Fica informado que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o consentimento a qualquer tempo, sem precisar haver justificativa. Ao sair da pesquisa, não haverá qualquer prejuízo à criança participante.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são: Professor Marcos Guilherme Moura Silva, aluno de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará; Mauro Roberto de Souza Domingues, aluno de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará, Doutor Tadeu Oliver Gonçalves, Professor Titular da Universidade Federal do Pará, Doutor João Bento Torres Neto, Professor Adjunto da Universidade Federal do Pará, e com eles poderei manter contato pelos telefones: (91) 98108-3765; (91) 98318-7339; (91) 98149-7669; (91) 98843-1058, (91) 99266-0076, respectivamente.

É assegurada a assistência do meu representado durante toda a pesquisa, bem como lhe é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da participação de

---

*(nome do aluno).*

Tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, autorizo a participação de

---

*(nome do aluno)* na referida pesquisa, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo devo ligar para o IEMCI/UFPA (91) 3201-7487 ou mandar um *email* para [iemci@ufpa.br](mailto:iemci@ufpa.br)

Belém,        de        de .

---

*(Assinatura e RG do representante legal do aluno)*