

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

PÚBLIO GOMES FLORÊNCIO JÚNIOR

**ATIVIDADE FÍSICA E FUNÇÕES EXECUTIVAS DE CRIANÇAS: efeito agudo da  
atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle  
inibitório de crianças**

Recife

2019

PÚBLIO GOMES FLORÊNCIO JÚNIOR

**ATIVIDADE FÍSICA E FUNÇÕES EXECUTIVAS DE CRIANÇAS: efeito agudo da  
atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle  
inibitório de crianças**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: biodinâmica do movimento humano.

Orientador: Prof. Dr. André dos Santos Costa

Recife

2019

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F632a | <p>Florêncio Júnior, Públio Gomes</p> <p>Atividade física e funções executivas de crianças: efeito agudo da atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitório de crianças / Públio Gomes Florêncio Júnior. 2019.</p> <p>37 f.; il.</p> <p>Orientador: André dos Santos Costa.</p> <p>Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de pós-graduação em Educação Física. Recife, 2019.</p> <p>Inclui referências, apêndice e anexos.</p> <p>1. Exercício. 2. Criança. 3. Cognição. 4. Funções executivas. I. Costa, André dos Santos (orientador). II. Título.</p> <p>796.07 CDD (23.ed.)</p> <p>UFPE (CCS 2020 - 086)</p> |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

PÚBLIO GOMES FLORÊNCIO JÚNIOR

**ATIVIDADE FÍSICA E FUNÇÕES EXECUTIVAS DE CRIANÇAS: efeito agudo da  
atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle  
inibitório de crianças**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Área de concentração: biodinâmica do movimento humano.

Aprovada em: 28/05/2019

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador Prof. Dr. André dos Santos Cosa  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Membro externo Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Teresa Cattuzzo  
Universidade de Pernambuco

---

Membro externo Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Carla Meneses Hadman  
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esta dissertação à minha mãe, Maria de Fátima Oliveira Florêncio, ao meu pai, Públio Gomes Florêncio, à minha esposa, Natália Pereira M. Florêncio, ao meu filho, Miguel Pereira Florêncio e aos meus irmãos, Pablo e Priscilla. Pois, sem eles eu não chegaria aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por todas as oportunidades que me foram dadas e por sentir sua presença em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, **Públio e Fátima**, por sempre terem me incentivado e feito o impossível para que meus irmãos e eu tivéssemos bons estudos e boa educação.

À minha esposa, **Natália**, que sempre me apoiou e me incentivou, me acompanhou nos momentos mais difíceis e me deu o melhor presente, meu filho **Miguel**.

Aos meus irmãos, **Pablo e Pri**, que nunca deixaram de me apoiar e sempre foram dois braços fortes e companheiros na minha vida.

À minha sogra, **D. Monica**, pela dedicação e amor que tem pelo meu filho.

Agradeço ao amigo **Raphael Perrier** por todo incentivo, apoio e encorajamento concedido.

Agradeço a todos os professores que tive durante minha formação básica e superior, em especial à professora **Clara Monteiro**, que foi a primeira a me incentivar e me orientar na vida acadêmica.

Ao meu orientador, **André**, por ter me recebido como seu aluno de uma forma amigável e com muito respeito e por ter ajudado diretamente a chegar até aqui.

À professora **Carla Meneses Hardman**, por toda a paciência, compreensão e ajuda desde a seleção até a defesa. Ao professor **Flávio da Guarda**, por ter me encorajado no momento decisivo da seleção. Ao professor **Vinicius Damasceno** por estar sempre disposto a contribuir com minha formação.

Aos demais professores e alunos da UFPE, especialmente a **Dalton, Cris e Adilson** pela força e contribuição no decorrer deste processo.

Agradeço aos integrantes do grupo de pesquisa GENSC, representados por **Harrison, Tarcio, Iana, Claudia, Radamés, Eduarda, Milena e Thais**, sem a contribuição de vocês nada seria possível.

E por fim, agradeço aos alunos, professores e coordenadores da escola **Geração Colégio e Curso** por toda a disponibilidade e vontade de ajudar.

## RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito agudo de uma sessão de atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitório de crianças. Trata-se de um estudo controlado e randomizado com abordagem quantitativa do tipo Cross over. Foram recrutadas 33 crianças (com idade entre 8 e 10 anos) de ambos os sexos que foram submetidas à duas sessões experimentais: 1) Sessão jogo com duração de 25 min. baseada no Futsal; e Sessão controle que consistiu de 25 min de repouso em uma sala. Foram aplicados imediatamente antes e após as sessões o Digit Span e o Stroop Test para avaliar a memória de trabalho e o controle inibitório respectivamente. As equações de estimativas generalizadas (GEE) foram utilizadas para verificar a interação entre tempo e intervenções. Após a sessão jogo, as crianças apresentaram melhora significativa, com tamanho do efeito médio na acurácia da fase incongruente ( $p = 0,008$ ;  $d = 0,63$ ) do Stroop Test e menor tempo para resposta em comparação à condição controle ( $p = 0,029$ ). Não foi encontrada melhora significativa na fase complexa do Digit Span. Em conclusão, a atividade física com engajamento cognitivo teve efeito sobre o controle inibitório de crianças de uma escola primária.

Palavras-chave: Exercício. Criança. Cognição. Funções executivas.

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to evaluate the acute effect of a cognitive-engaging physical activity session on working memory and inhibitory control in children. This is a randomized controlled trial with a quantitative Cross over approach. We recruited 33 children (aged 8 to 10 years) of both sexes who underwent two experimental sessions: 1) Game session lasting 15 min. Futsal based; and Control session that consisted of 15 min rest in a room. Immediately before and after the sessions were applied the Digit Span and Stroop Test to evaluate working memory and inhibitory control respectively. The generalized estimation equations (GEE) were used to verify the interaction between time and interventions. After the game session, children showed significant improvement, with average effect size on the incongruent phase accuracy ( $p = 0,008$ ;  $d = 0,63$ ) of the Stroop Test and shorter response time compared to the control condition ( $p = 0,029$ ). No significant improvement was found in the complex phase of Digit Span. In conclusion, physical activity with cognitive engagement had an effect on inhibitory control of children in an elementary school.

Keyword: Exercise. Child. Cognition. Executive functions.



## **LISTA DE TABELAS**

- Tabela 1-      Valores de DD e DI de acordo com o tempo e condição
- Tabela 2-      Valores do teste Stroop de acordo com tempo e condição

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

- DD    Dígitos na ordem direta
- DI    Dígitos na ordem inversa
- PVC   Pico de velocidade de crescimento

## SUMÁRIO

|          |                                                                                                                                                               |           |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>                                                                                                                                 | <b>11</b> |
| <b>2</b> | <b>EFEITO AGUDO DA ATIVIDADE FÍSICA COM ENGAJAMENTO<br/>COGNITIVO NA MEMÓRIA DE TRABALHO E NO CONTROLE INIBITÓRIO<br/>DE CRIANÇAS: UM ESTUDO CRUZADO.....</b> | <b>14</b> |
| 2.1      | INTRODUÇÃO.....                                                                                                                                               | 14        |
| 2.2      | MÉTODOS.....                                                                                                                                                  | 15        |
| 2.3      | RESULTADOS .....                                                                                                                                              | 18        |
| 2.4      | DISCUSSÃO.....                                                                                                                                                | 19        |
| <b>3</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                                                                                                              | <b>24</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                                                                                      | <b>25</b> |
|          | <b>APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>                                                                                           | <b>29</b> |
|          | <b>ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA GERAÇÃO COLÉGIO E CURSO.....</b>                                                                                               | <b>30</b> |
|          | <b>ANEXO B - PARECER CONSUSBTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA .....</b>                                                                                             | <b>31</b> |
|          | <b>ANEXO C – STROOP TEST – CARTÕES 1, 2 e 3.....</b>                                                                                                          | <b>35</b> |
|          | <b>ANEXO D – DIGIT SPAN .....</b>                                                                                                                             | <b>37</b> |

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

É reportado na literatura indícios que demonstram que o exercício físico exerce um papel positivo no desempenho cognitivo de crianças e adolescentes (VERBURGH et al., 2014), podendo gerar efeitos positivos nas funções executivas (CASTELLI et al., 2011). Embora a atividade física seja benéfica em todos os estágios de vida, a intervenção precoce parece ser importante para a melhoria e/ou manutenção da saúde e da função cognitiva ao longo da vida adulta (HILLMAN; ERICKSON; KRAMER, 2008).

Dentre as funções cognitivas, destacam-se as funções executivas que são responsáveis de gerenciar domínios cognitivos de nível mais básicos e de permitir um comportamento controlado e dirigido (BENZING et al., 2016). Em geral, concorda-se que existem três funções executivas fundamentais: controle inibitório, que pode ser considerado como a capacidade de controlar a atenção, comportamento, pensamentos e/ou emoções realizando aquilo que é mais adequado em oposição a um objeto distrator; memória de trabalho, que é a capacidade de reter na mente aquilo que aconteceu antes para relacionar com o que vai acontecer depois; flexibilidade cognitiva, capacidade de mudar ou alternar a perspectiva, seja ela espacial ou interpessoal, sempre que necessário (DIAMOND, 2013).

Indica-se que as funções executivas pouco desenvolvidas podem contribuir para a baixa saúde física e mental, menores níveis de qualidade de vida, fracasso escolar e profissional, além de problemas de ordem de comportamento social (DIAMOND, 2013). Dessa forma, parece que em crianças, o baixo desenvolvimento das funções executivas pode afetar a capacidade de planejar e organizar as tarefas escolares, de manter a atenção na atividade que realiza, de responder de forma rápida e eficiente às exigências de uma determinada tarefa, de controlar o comportamento e de gerenciar objetivos diferentes.

Considerando a importância das funções executivas para as crianças no contexto escolar, os esforços para melhorar a sua eficácia por meio de treinamento cognitivo se intensificaram, no entanto, é observada uma ampla variedade de intervenções baseada no treinamento cognitivo, por exemplo abordagens multicomponentes (BELL; BRYSON; WEXLER, 2003), treinamento de memória de trabalho (KLINGBERG et al., 2005), treinamento de dupla tarefa (KRAMER; LARISH; STRAYER, 1995), treinamento em mudança/inconstante/ desigual (MINEAR; SHAH, 2008) e treinamento de interferência e inibição (PERSSON; REUTER-LORENZ, 2008).

No geral, é apontado que essas intervenções visaram remediar déficits no funcionamento executivo em populações específicas, como adultos mais velhos ou pessoas com transtornos psiquiátricos e que os efeitos de treinamento cognitivo parecem altamente variáveis e demonstrações de transferência são bastante escassas, indicando que estes resultados podem ser em parte devido às diferenças nas abordagens dos estudos, pois além de examinar diferentes grupos alvo, diferem nos tipos de treinamento cognitivo empregados, o que limitaria, assim, a comparação entre os tratamentos utilizados (BARENBERG; BERSE; DUTKE, 2011). No entanto, mesmo com evidências de que as funções executivas estão relacionadas com os processos de aprendizagem, a pesquisa sobre a eficácia das intervenções destinadas a melhorar o funcionamento executivo ainda está no início (BARENBERG; BERSE; DUTKE, 2011), o que parece indicar que existe uma necessidade de pesquisas sobre formas de promover as funções executivas.

Nesse contexto, a atividade física se tornou uma abordagem adicional a ser investigada para melhorar o funcionamento executivo. Assim, as pesquisas nesta área são centradas no efeito do exercício aeróbio sobre as funções cognitivas, apontando que intensidades mais elevadas expressam melhores respostas cognitivas (COOPER et al., 2012; JANSSEN et al., 2014; NIEMANN et al., 2013; TINE; BUTLER, 2012). Além de sugerir um efeito positivo da atividade física no domínio das funções executivas (TOMPOROWSKI; LAMBOURNE; OKUMURA, 2011), tais como memória (CHADDOCK et al., 2011; RAINE et al., 2013) e controle inibitório (CHADDOCK et al., 2012; PONTIFEX et al., 2011).

De acordo com Tomporowski et al. (TOMPOROWSKI et al., 2015), a maioria das intervenções que avaliou o efeito agudo do exercício físico sobre a cognição em crianças foi baseada na hipótese de que a mudança na excitação fisiológica altera o funcionamento mental e que a maior parte dos estudos que envolveu crianças com exercícios aeróbios teve como característica a utilização de moderada intensidade com duração de cerca de 20 minutos. Os referidos autores também identificaram que para a escolha dessas características de exercício os estudos foram baseados em evidências da fisiologia do exercício relacionadas às mudanças metabólicas que ocorrem durante e após o exercício, ou em evidências que demonstraram que o exercício aeróbio realizado abaixo do limiar de lactato melhorou o estado de humor ou performance cognitiva em adultos (TOMPOROWSKI et al., 2015).

Por outro lado, as demandas cognitivas inerentes a muitas formas de atividade física têm sido negligenciadas neste contexto da pesquisa aguda, porém essas demandas parecem desempenhar um papel central na relação entre atividade física e desempenho cognitivo (BEST,

2010). Esta ideia é baseada na hipótese da estimulação cognitiva, que tem como fundamentação que as atividades físicas relacionadas com o esporte que exijam coordenação e não sejam automatizadas ativam as mesmas regiões cerebrais que são usadas para controlar processos cognitivos de ordem superior (BEST, 2010; DIAMOND; LEE, 2011).

Nessa perspectiva, sugere-se a aplicação de três princípios de engajamento cognitivo para ativar e exercitar os processos cognitivos através da atividade física: interferência contextual, controle mental e descoberta (TOMPOROWSKI et al., 2015). A interferência contextual surge quando o contexto e as condições de um jogo são constantemente alterados e as ações a serem tomadas são imprevisíveis. O controle mental pode ser induzido quando jogos são escolhidos para estimular as subdimensões específicas das funções executivas, como memória de trabalho e controle inibitório. O princípio da descoberta pode ser aplicado em jogos esportivos, nos quais os problemas relacionados ao movimento que surgem no decorrer do jogo podem ser solucionados de várias maneiras (SCHMIDT et al., 2015).

Estudos conduzidos recentemente desenvolveram intervenções que se concentraram no engajamento cognitivo, especificamente a partir de manipulações da complexidade das tarefas motoras (TOMPOROWSKI et al., 2015). Comum em todos esses estudos é o uso de atividades que envolvem sequências de movimentos com múltiplos membros e tomada de decisão rápida, apresentando melhora nos testes para as funções executivas. No entanto, as pesquisas que envolvem a realização de exercício físico com crianças até agora fornecem apenas suporte limitado para a hipótese de engajamento cognitivo (TOMPOROWSKI et al., 2015). Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito agudo do exercício físico com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitório de crianças.

## **2 EFEITO AGUDO DA ATIVIDADE FÍSICA COM ENGAJAMENTO COGNITIVO NA MEMÓRIA DE TRABALHO E NO CONTROLE INIBITÓRIO DE CRIANÇAS: UM ESTUDO CRUZADO**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

O termo funções executivas é referido na literatura como funções cognitivas de nível superior que gerenciam outras funções mais básicas e permitem um comportamento controlado e dirigido (BENZING et al., 2016). Segundo Diamond (2013) (DIAMOND, 2013), existem três funções executivas fundamentais: controle inibitório, que pode ser considerado como a capacidade de controlar a atenção, comportamento, pensamentos e/ou emoções realizando aquilo que é mais adequado em oposição a um objeto distrator; memória de trabalho, que é capacidade de reter na mente aquilo que aconteceu antes para relacionar com o que vai acontecer depois; flexibilidade cognitiva, capacidade de mudar ou alternar a perspectiva, seja ela espacial ou interpessoal, sempre que necessário (DIAMOND, 2013).

Essas funções cognitivas são consideradas preditoras de sucesso escolar, comportamento social, engajamento em atividades físicas e realização pessoal ao longo da vida (DIAMOND, 2013). Devido a essa importância, alguns estudos investigaram a relação dessas funções com a atividade física e sugeriram que a atividade física aguda pode promover o desenvolvimento das funções executivas em crianças (CHANG et al., 2012; DONNELLY et al., 2016), porém os achados são inconsistentes, e os efeitos de numerosos elementos da AF na cognição ainda precisam ser explorados, como tipo, quantidade, frequência e tempo, bem como estratégias para traduzir os resultados laboratoriais para o ambiente escolar (DONNELLY et al., 2016).

Nessa perspectiva, os estudos focaram a investigação nos aspectos quantitativos, como intensidade e duração da atividade física aguda (COOPER et al., 2012; HILL et al., 2010). Entretanto, os aspectos qualitativos, como o tipo de atividade física, são limitados, mesmo sendo bastante importantes em um ambiente prático (PESCE; BEN-SOUSSAN, 2015).

Recentemente vem sendo estudado o engajamento cognitivo do exercício físico, que pode ser definido como o grau em que a alocação de recursos atencionais e o esforço cognitivo são necessários para dominar habilidades difíceis (TOMPOROWSKI et al., 2015). Para exemplificar, um estudo conduzido por seis meses com um programa de educação física

envolvendo tarefas com alto engajamento cognitivo e atividades físicas realizadas em um ambiente instável que exigia adaptação contínua, foi capaz de aumentar o controle inibitório em crianças (9 e 10 anos) com sobrepeso (CROVA et al., 2014). Outro estudo conduzido com adolescentes encontrou que a atividade física aguda com alto envolvimento cognitivo pode ser mais eficiente em desenvolver as funções executivas do que a atividade física com a mesma intensidade com baixo envolvimento cognitivo (BENZING et al., 2016). Nessa mesma perspectiva, Pesce et al (PESCE et al., 2009) compararam o efeito agudo de dois tipos de atividade física de mesma intensidade, mas com diferentes demandas de engajamento cognitivo e social, sobre o desempenho da memória e encontrou que os pré-adolescentes que participaram de jogos em equipes obtiveram maiores pontuações em um teste de memória do que um grupo que participou de uma sessão de treinamento em circuito com baixo engajamento cognitivo e social (PESCE et al., 2009). Os resultados do referido estudo sugerem que uma sessão de jogos em equipe pode facilitar o armazenamento da memória não apenas induzido pela excitação fisiológica do exercício, mas também pela ativação cognitiva induzida pelas demandas de engajamento cognitivo e social deste tipo de exercício (PESCE et al., 2009).

A literatura científica demonstra que atividades físicas com moderada intensidade e com maior demanda cognitiva parecem ser o tipo de exercício físico mais promissor para o desenvolvimento das funções executivas em crianças (SCHMIDT et al., 2015). No entanto, as pesquisas que envolvem a realização de atividade física aguda com crianças fornecem apenas suporte limitado para a hipótese do engajamento cognitivo, visto que os estudos nessa área comparam uma intervenção de atividade física específica a uma aula de educação física regular ou intervenções com mesmas características de duração e intensidade, o que leva a pouco contraste entre as intervenções (SINGH et al., 2018). Além disso, é apontado que novos estudos devem considerar a formação de uma condição controle, sem atividade física (SINGH et al., 2018). Tal fato justifica a necessidade de se investigar o efeito da atividade física aguda com engajamento cognitivo nas funções executivas de escolares. Diante disso, o objetivo deste artigo é analisar o efeito de uma sessão de atividade física com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitório de crianças.

## 2.2 MÉTODOS



Os participantes foram recrutados pelo método não probabilístico de amostragem em uma escola privada da cidade do Recife, no Nordeste do Brasil. Como critérios de inclusão, os participantes deveriam ter idade entre 8 e 10 anos. Além disso, eles não poderiam apresentar histórico de problemas de saúde e nem fazer uso de medicamentos que pudessem interferir nos resultados dos testes físicos e cognitivos. Estas informações foram obtidas com os responsáveis pelas crianças. Foram excluídos os participantes que faltaram alguma etapa dos testes.

Antes do início da coleta de dados, os responsáveis receberam informações sobre todos os procedimentos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e as crianças assinaram um termo de assentimento para a participação na pesquisa. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (parecer nº 2.361.958) e foi conduzido de acordo com os princípios éticos contidos na Declaração de Helsinki (2008).

Este é um estudo quasi-experimental, controlado, randomizado e cruzado com os participantes cegos para a primeira condição experimental. Inicialmente (encontro 1) os participantes foram submetidos aos testes para medidas antropométricas e seguiram para a quadra de esportes para a realização do teste aeróbio. Em um segundo encontro, os escolares experimentaram uma sessão de familiarização dos testes cognitivos na sala de informática. Após randomização (*randomizer.org*), os participantes foram alocados em dois grupos (jogo e controle) e em mais dois encontros distintos um grupo participou de uma sessão experimental e de uma sessão controle, enquanto o outro grupo seguiu a ordem inversa. O intervalo entre cada encontro foi de 7 dias. Os testes cognitivos foram aplicados imediatamente antes e após as sessões. Todas as crianças foram testadas individualmente por examinadores treinados de acordo com os protocolos dos testes.

No protocolo experimental, os participantes foram submetidos a 15 min de descanso, grupo controle (CON), que ocorreu na sala de informática da escola e a 15 min de futsal, grupo jogo (JOGO), que ocorreu na quadra de esportes. Além da viabilidade prática, esta atividade foi escolhida pois de acordo com as diretrizes do *American College of Sports Medicine* (13)(ACMS, 2014), ela é adequada para proporcionar intensidade moderada a vigorosa de atividade física em crianças. Assim, a sessão experimental consistiu em uma atividade composta por um jogo baseado em futsal em equipes com 8 a 10 participantes. Incrementos de engajamento cognitivo foram inseridos em uma ordem aleatória no decorrer da sessão jogo a cada 3 min e foram baseadas em Schmidt et al (SCHMIDT et al., 2015), por exemplo, chutar a bola em um alvo; jogar em equipes sem goleiros e ter uma área demarcada para chutar ao gol;

associar sinais sonoros (soar do apito) e visuais (braço do professor elevado) às mudanças nas regras preestabelecidas. As sessões foram conduzidas por um professor com 10 anos de experiência em aulas de educação física para escolares. Nas duas sessões, a frequência cardíaca foi monitorada usando um sistema TomTom Spark 3 (Amsterdam, Netherlands).

Medidas antropométricas (estatura, massa corporal e altura sentado) foram realizadas para descrição dos participantes, além de um teste para medir a capacidade cardiorrespiratória. Para a medida da estatura foi utilizado estadiômetro com precisão de 0,1 cm e para massa corporal uma balança portátil com precisão de 0,1 kg, ambas as mensurações permitiram o cálculo do índice de massa corporal (IMC). A partir da medida da altura sentado foi calculado o comprimento do membro inferior e foi estimada a maturidade a partir do pico da velocidade de crescimento (PVC) (MOORE et al., 2015).

Para medir a resistência cardiorrespiratória foi utilizado o teste de 20m denominado *Shuttle run*. Neste teste, as crianças correm entre duas linhas separadas por 20 metros, de acordo com um sinal sonoro que aumenta progressivamente de dificuldade. O teste tem início a uma velocidade de 8,5 km/h e é acrescido 0,5 km/h a cada estágio concluído. O teste se encerra quando o participante não consegue manter a velocidade da corrida adequada ao sinal sonoro por duas vezes consecutivas (LÉGER et al., 1988).

A memória de trabalho foi avaliada com o auxílio da tarefa *Digit span*, que é um subteste da escala *Wechsler intelligence scale for children* (WISC-IV) (FLANAGAN et al., 2011; WECHSLER, 2003). O teste consiste em duas partes e pede-se ao participante que repita sequências de dígitos de comprimento crescente até que ele falhe em duas sequências consecutivas do mesmo comprimento. A primeira parte é o sequenciamento de dígitos em ordem direta (DD), na qual o participante deve repetir os dígitos evocados pelo examinador na mesma ordem. A segunda parte consiste na ordem inversa (DI), em que o participante deve repetir na ordem inversa uma série de números. Um ponto é concedido a cada resposta correta e a pontuação total de cada sequenciamento de dígitos foi utilizada para as análises. Este instrumento é utilizado em crianças e possui confiabilidade variando entre 0,70 e 0,90 (STRAUSS, ESTHER, ELISABETH MS SHERMAN, 2006).

O controle inibitório foi testado com a versão *Victoria do Stroop Test* (STRAUSS, ESTHER, ELISABETH MS SHERMAN, 2006). Este teste é composto por três cartões, 21,5 cm x 14 cm, que foram aplicados na seguinte ordem: Cartão 1 (cor), Cartão 2 (palavra) e Cartão 3 (cor-palavra). Cada cartão tem seis linhas e quatro colunas. O cartão 1 possui retângulos

coloridos (Marrom, Azul, Rosa, Verde) e os participantes foram instruídos a nomear as cores dos retângulos com a maior velocidade possível. O cartão 2 inclui as palavras “cada”, “nunca”, “hoje”, “tudo” impressas com as cores Marrom, Azul, Rosa, Verde e os participantes devem nomear a cor das palavras rapidamente. O cartão 3 inclui palavras coloridas e as cores das palavras são Marrom, Azul, Rosa, Verde, de modo que as palavras coloridas sejam impressas com a cor incongruente do nome (por exemplo, a palavra azul é impressa com cor verde) e os participantes devem nomear o mais rápido a cor das palavras. A ordem de nomeação dos cartões é no comprimento das linhas e da esquerda para a direita. Para cada cartão, o tempo de resposta em segundos e o número de erros foram registrados e utilizado nas análises. Este instrumento apresenta evidência de validade para o público brasileiro na faixa etária do presente estudo (FONSECA et al., 2015).

Todos os dados estão apresentados em média e desvio padrão. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados, assim como o Critério Independente de Quase-Verossimilhança (QIC) foi utilizado para avaliar qual o melhor modelo de acordo com a distribuição dos dados. As equações de estimativas generalizadas (*Generalized Estimating Equations* - GEE) foram utilizadas para verificar a interação entre tempo (pré vs. pós) e intervenções (CON vs. JOGO) para as variáveis DD, DI, STROOP1, STROOP2, STROOP3. O post-hoc de Fischer foi utilizado para identificação das diferenças entre as condições. O delta percentual das medidas pré e pós foi calculado pela fórmula  $([pós - pré]/pré) \times 100$ . Além disso, o tamanho do efeito foi calculado para estabelecer diferenças de um ponto de vista prático (COHEN, 1992). Os dados foram analisados pelo software SPSS 23.0 e o valor de alfa foi estabelecido em 5%.

## 2.3 RESULTADOS

De um total de 37 crianças saudáveis, com desenvolvimento típico e idade entre 8 e 10 anos recrutadas, 4 desistiram por motivos pessoais. Uma análise de poder foi realizada a *posteriori* por *G\*Power* 3.1.9.2, adotando-se 33 participantes, um tamanho de efeito de 0,32 e um *alfa* de 5%, que resultou poder de 95%.

As características dos 33 participantes que concluíram o estudo são apresentadas (média±DP) a seguir: idade de 9,6±0,5 anos; Índice de massa corporal de 19,5±4,3 Kg/m<sup>2</sup>; PVC de -1,7±1,1 anos; VO2máx de 43,1±3,4 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

A frequência cardíaca foi medida continuamente durante as duas condições. Houve diferença ( $p=0,001$ ) na frequência cardíaca média entre as condições controle ( $96,2\pm 8,3$  bpm) e jogo ( $166,2\pm 18,2$  bpm). A sessão de futsal promoveu uma intensidade média de 79% da frequência cardíaca máxima utilizando a fórmula  $220 - \text{idade}$  (FOX; NAUGHTON, 1971). O desempenho no *Digit Span* e no *Stroop Test* antes e depois das condições experimentais são apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

No que se refere às variáveis cognitivas, foi encontrado efeito significativo para a interação entre condição vs. tempo ( $W(1)=5,36$ ,  $p=0,021$ ) e para o grupo ( $W(1)=9,29$ ,  $p=0,002$ ) sobre as medidas de DD. As comparações *post hoc* indicaram que o desempenho no DD apresentou um aumento significativo de pré para pós-intervenção apenas para o grupo JOGO com um tamanho de efeito pequeno ( $p=0,012$   $d=0,38$ ). Não foi encontrado efeito significativo para o desempenho no DI.

Para os erros no *Stroop Test*, só foram encontrados efeitos significativos no cartão 3 para o tempo ( $W(1)=8,82$ ,  $p=0,003$ ). A análise *post hoc* revelou que número de erros diminuiu significativamente para o grupo JOGO ( $p=0,008$ ) e um tamanho do efeito médio ( $d=0,62$ ).

Para o tempo de resposta no *Stroop Test*, foram identificados efeitos significativos no tempo do cartão 1 ( $W(1)=30,6$ ,  $p=0,001$ ). As comparações *post hoc* revelaram tamanho do efeito pequeno e redução significativa do tempo de resposta para o grupo controle ( $p=0,002$ ,  $d=0,44$ ) e redução significativa com tamanho do efeito moderado para o grupo JOGO ( $p<0,0001$ ,  $d=0,63$ ). No cartão 2, houve efeito no tempo ( $W(1)=10,4$ ,  $p=0,001$ ) e foi identificado melhoras significativas e tamanho de efeito pequeno para os dois grupos, CON ( $p=0,031$ ,  $d=0,17$ ) e JOGO ( $p=0,02$ ,  $d=0,35$ ). Para a fase incongruente do *Stroop Test* (cartão 3), houve efeito no tempo ( $W(1)=5,7$ ,  $p=0,017$ ) e grupo ( $W(1)=5,0$ ,  $p=0,025$ ). As comparações *post hoc* revelaram que o tempo de resposta foi menor para o grupo JOGO em comparação ao grupo CON e tamanho do efeito pequeno ( $p=0,029$ ,  $d=0,15$ ).

## 2.4 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou investigar o efeito de uma sessão de atividade física com maior engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitório de crianças. Os resultados sugerem que uma sessão aguda de 15 minutos de futsal com adaptações de regras e demandas de engajamento cognitivo não foi capaz de gerar efeito positivo na memória de

trabalho de crianças. Esses achados diferem de vários estudos da literatura que apontam que a atividade física aguda pode influenciar de maneira positiva o cérebro infantil (DROLLETTE et al., 2014; NIEMANN et al., 2013; SCHMIDT; BENZING; KAMER, 2016), especificamente a memória (DE GREEFF et al., 2018; VAN DER NIET et al., 2016). Uma hipótese para a sessão aguda de atividade física com engajamento cognitivo não ter gerado efeito positivo é que a memória de trabalho seria menos sensível à atividade física aguda que outras funções cognitivas, como atenção seletiva (DROLLETTE et al., 2012; PASCHEN et al., 2019).

Os resultados apontaram que em ambas as condições (Controle e Jogo) as crianças diminuíram o tempo de resposta referente à fase congruente do teste de Stroop, ou seja, cartões 1 e 2. Isso pode ter ocorrido devido ao efeito da aprendizagem do teste, entretanto, na fase incongruente (cartão 3), apenas após condição Jogo houve diminuição no erros e menor tempo de resposta após a intervenção em comparação à condição controle. Estes resultados corroboram com estudos que atestaram o efeito positivo da atividade física aguda sobre o controle inibitório de crianças (BENZING; CHANG; SCHMIDT, 2018; JÄGER et al., 2014; KULINNA et al., 2018). Por exemplo, uma única sessão de atividade física em forma de videogame fisicamente ativo (ex., Exergaming) aumenta a precisão de crianças para respostas direcionadas a um estímulo central, diminuindo o efeito negativo que estímulos visuoespaciais distratores causam (BEST, 2012). Neste estudo os autores subdividiram as crianças em quatro grupos de acordo com as demandas de engajamento cognitivo (EC) e de atividade física (AF) (baixa AF e baixo EC; baixa AF e alto EC; alta AF e baixo EC; alta AF e alto EC) e encontraram que o grupo com alta AF e alto EC apresentou os melhores resultados para o tempo de resposta em uma tarefa que avaliou controle inibitório. Corroborando com os nossos resultados, outro estudo verificou que uma sessão aguda com 20 minutos de atividade física que incluía engajamento cognitivo (atividades e jogos desafiadores com comandos sonoros e visuoespaciais; mudanças de regras e atualizações no decorrer do jogo) gerou efeito positivo no controle inibitório em escolares do ensino fundamental, mas não na memória de trabalho (JÄGER et al., 2014). Os autores deste estudo ainda sugerem que a secreção de cortisol pós atividade física aguda exerce influência e pode explicar o efeito positivo para a inibição. Além disso, uma sessão de atividade física com intensidade moderada pode beneficiar escolares que apresentam baixo controle inibitório quando comparadas a seus pares com controle inibitório mais elevados (DROLLETTE et al., 2014).

Desta forma, ao considerar estudos prévios, parece que a atividade física aguda baseada em futsal exigiu que as crianças passassem por situações com elevada demanda atencional;

mudança de foco e direção; seleção e inibição de estímulos distratores, além da demanda motora solicitada na atividade, favorecendo, assim, a potencialização do controle inibitório (BENZING et al., 2016; SCHMIDT et al., 2015; SCHMIDT; BENZING; KAMER, 2016).

De maneira geral, algumas hipóteses neurofisiológicas em respostas a tarefa física vivenciada por crianças com a prática de atividade física aguda podem ser elencadas para explicação dos resultados encontrados no controle inibitório, tais como: 1- aumento do fluxo sanguíneo cerebral, desta forma, ocasionando maior aporte de nutrientes e oxigênio; 2- maior liberação de neurotransmissores (serotonina, neurotrofinas, BDNF), podendo aumentar o volume do cérebro; 3- ação hormonal (cortisol, insulina, GH), atuando através da ativação do córtex e função cognitiva (MEREGE FILHO et al., 2014; VOSS et al., 2013).

O presente estudo apresenta uma série de pontos fortes, como avaliar as funções executivas centrais em uma condição experimental com alta validade ecológica, o uso do futsal que é uma atividade do cotidiano prático das crianças e de nosso conhecimento este é o primeiro estudo a avaliar o efeito da atividade física aguda as funções executivas centrais nessa faixa etária. No entanto, algumas limitações devem ser consideradas, como a falta de instrumento para a avaliação do engajamento cognitivo da atividade física. Estudos futuros deveriam avaliar se o efeito do exercício com engajamento cognitivo na memória de trabalho e no controle inibitória são afetados ao longo da infância e se são afetados pelo estágio maturacional e aptidão aeróbia.

Nesta amostra de crianças, a prática de futsal com demandas de engajamento cognitivo afetou as funções executivas. Apesar da memória de trabalho não ter sido afetada positivamente, observou-se que seu desempenho cognitivo não foi reduzido após a condição experimental e, conseqüentemente, a atividade física não gerou dano cognitivo às crianças. No que se refere ao controle inibitório, a atividade física aguda gerou um efeito de tamanho médio no desempenho desta função. Na prática, isso parece indicar que as crianças apresentarão menor grau de distração após uma sessão de atividade física com engajamento cognitivo.

Tabela 1. - Valores de Dígitos na ordem Direta e Dígitos na ordem Inversa de acordo com o tempo (pré, pós-jogo) e grupo (Jogo e Controle).

| Variáveis        |                 | CONTROLE (n = 33) | JOGO (n = 33) |
|------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| DÍGITOS DIRETOS  | Pré             | 5,85±0,90         | 5,21±0,82     |
|                  | Pós             | 5,64±1,05         | 5,55±0,97*    |
|                  | $\Delta\%$      | -3,5              | -6,5          |
|                  | ES (pre vs-pós) | 0,21              | 0,38          |
| DÍGITOS INVERSOS | Pré             | 3,27±0,94         | 3,45±0,79     |
|                  | Pós             | 3,18±0,91         | 3,18±0,72     |
|                  | $\Delta\%$      | -2,75             | -7,80         |
|                  | ES (pré vs-pós) | 0,09              | 0,36          |

*Nota.* Valores são apresentados em média±desvio padrão; JOGO = condição jogo; CON = condição controle; ES=effect size; \* $p<0,05$  vs. Pré.

Tabela 2. - Valores do teste Stroop 1, 2, e 3 de acordo com tempo (pré, pós) e grupo (JOGO e CONTROLE)

| Variáveis         |                 | CON (n=33) | JOGO (n=33) |
|-------------------|-----------------|------------|-------------|
| Stroop 1          |                 |            |             |
| Erros             | Pré             | 0,06±0,24  | 0,15±0,36   |
|                   | Pós             | 0,15±0,36  | 0,12±0,54   |
|                   | $\Delta\%$      | 150,0      | -20,0       |
|                   | ES (pré x pós)  | 0,29       | -0,06       |
| Tempo de resposta | Pré             | 17,9±4,3   | 17,5±3,8    |
|                   | Pós             | 16,2±3,3*  | 15,4±2,8*   |
|                   | $\Delta\%$      | -9,4       | -12,0       |
|                   | ES (pré x pós)  | -0,44      | -0,63       |
| Stroop 2          |                 |            |             |
| Erros             | Pré             | 0,15±0,36  | 0,12±0,41   |
|                   | Pós             | 0,33±0,69  | 0,15±0,51   |
|                   | $\Delta\%$      | 120,0      | 25,0        |
|                   | ES (pré x pós)  | 0,33       | 0,06        |
| Tempo de resposta | Pré             | 21,4±5,4   | 21,5±5,8    |
|                   | Pós             | 20,4±5,9*  | 19,5±5,7*   |
|                   | $\Delta\%$      | -4,7       | -9,3        |
|                   | ES (pré vs-pós) | -0,17      | -0,35       |
| Stroop 3          |                 |            |             |
| Erros             | Pré             | 1,06±1,32  | 1,18±1,77   |
|                   | Pós             | 0,94±1,52  | 0,33±0,82*  |
|                   | $\Delta\%$      | -11,3      | -72,0       |
|                   | ES (pré vs-pós) | -0,08      | -0,62       |
| Tempo de resposta | Pré             | 29,7±8,7   | 27,9±8,1    |
|                   | Pós             | 28,4±8,6   | 26,6±9,6#   |
|                   | $\Delta\%$      | -4,4       | -4,7        |
|                   | ES (pré vs-pós) | -0,15      | -0,15       |

*Nota.* Valores são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão; JOGO = Condição jogo; CON = condição controle; ES = effect size; \* $p < 0,05$  vs. pré. # $p < 0,05$  vs. CON.



### **3      CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Nesta amostra de crianças, a prática de futsal com demandas de engajamento cognitivo pode afetar as funções executivas. Apesar da memória de trabalho não ter sido afetada positivamente, observou-se que seu desempenho cognitivo não foi reduzido e, consequentemente, a atividade física não gerou dano cognitivo às crianças. No que se refere ao controle inibitório, a sessão aguda de futsal gerou um efeito médio no desempenho desta função. Na prática, isso parece indicar que as crianças apresentarão menor grau de distração após uma sessão de exercício físico com engajamento cognitivo.

## REFERÊNCIAS

- ACMS. **Diretrizes Do Acsm Para Os Testes De Esforço E Sua Prescrição**. 9º ed. RIO DE JANEIRO: [s.n.].
- BARENBERG, J.; BERSE, T.; DUTKE, S. Executive functions in learning processes: Do they benefit from physical activity? **Educational Research Review**, v. 6, n. 3, p. 208–222, jan. 2011.
- BELL, M.; BRYSON, G.; WEXLER, B. E. Cognitive remediation of working memory deficits: Durability of training effects in severely impaired and less severely impaired schizophrenia. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 108, n. 2, p. 101–109, 2003.
- BENZING, V. et al. Acute Cognitively Engaging Exergame-Based Physical Activity Enhances Executive Functions in Adolescents. **PLOS ONE**, v. 11, n. 12, p. e0167501, 28 dez. 2016.
- BENZING, V.; CHANG, Y. K.; SCHMIDT, M. Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–10, 2018.
- BEST, J. R. Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. **Developmental Review**, v. 30, n. 4, p. 331–351, 2010.
- BEST, J. R. Exergaming immediately enhances children's executive function. **Developmental Psychology**, v. 48, n. 5, p. 1501–1510, 2012.
- CASTELLI, D. M. et al. FIT Kids: Time in target heart zone and cognitive performance. **Preventive Medicine**, v. 52, n. SUPPL., p. S55–S59, 2011.
- CHADDOCK, L. et al. Aerobic Fitness and Executive Control of Relational Memory in Preadolescent Children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 2, p. 344–349, fev. 2011.
- CHADDOCK, L. et al. Childhood aerobic fitness predicts cognitive performance one year later. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 5, p. 421–430, 2012.
- CHANG, Y. K. et al. The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. **Brain Research**, v. 1453, n. 250, p. 87–101, 2012.
- COHEN, J. **Statistical power analysis. Current directions in psychological science**. [s.l: s.n.]. v. 1
- COOPER, S. B. et al. **The effects of a mid-morning bout of exercise on adolescents' cognitive function** *Mental Health and Physical Activity*, 2012.
- CROVA, C. et al. Cognitively challenging physical activity benefits executive function in overweight children. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 3, p. 201–211, 7 fev. 2014.
- DE GREEFF, J. W. et al. Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 21, n. 5, p. 501–507, 2018.
- DIAMOND, A. Executive Functions. **Annual review of clinical psychology** *Psychol.*, v. 64, p. 135–168, 2013.
- DIAMOND, A.; LEE, K. Interventions Shown to Aid Executive Function Development in

Children 4 to 12 Years Old. **Science**, v. 333, n. 6045, p. 959–964, 2011.

DONNELLY, J. E. et al. Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 6, p. 1197–1222, 5 jun. 2016.

DROLLETTE, E. S. et al. Maintenance of cognitive control during and after walking in preadolescent children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 10, p. 2017–2024, 2012.

DROLLETTE, E. S. et al. Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: An ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 7, p. 53–64, 2014.

FLANAGAN, D. P. et al. The Wechsler Intelligence Scale for Children, Fourth Edition, in neuropsychological practice. **Handbook of pediatric neuropsychology.**, n. September 2014, p. 397–414, 2011.

FONSECA, G. U. S. et al. Evidências de validade para instrumentos de atenção e funções executivas e relação com desempenho escolar. **Temas em Psicologia**, v. 23, n. 4, p. 843–858, 2015.

FOX, S. M.; NAUGHTON, J. P. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. **Ann Clin Res**, v. 3, p. 404–432, 1971.

HILL, L. et al. **Exercising attention within the classroom** **Developmental Medicine and Child Neurology**, 2010.

HILLMAN, C. H.; ERICKSON, K. I.; KRAMER, A. F. Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. **Nat Rev Neurosci.**, v. 9, n. 1, p. 58–65, 2008.

JÄGER, K. et al. Cognitive and physiological effects of an acute physical activity intervention in elementary school children. **Frontiers in Psychology**, v. 5, n. DEC, p. 1–11, 2014.

JANSSEN, M. et al. A short physical activity break from cognitive tasks increases selective attention in primary school children aged 10–11. **Mental Health and Physical Activity**, v. 7, n. 3, p. 129–134, 2014.

KLINGBERG, T. et al. Computerized training of working memory in children with ADHD - A randomized, controlled trial. **Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry**, v. 44, n. 2, p. 177–186, 2005.

KRAMER, A. F.; LARISH, J. F.; STRAYER, D. L. Training for Attentional Control in Dual Task Settings: A Comparison of Young and Old Adults. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 1, n. 1, p. 50–76, 1995.

KULINNA, P. H. et al. The Effect of an Authentic Acute Physical Education Session of Dance on Elementary Students' Selective Attention. **BioMed Research International**, v. 2018, n. c, p. 1–8, 2018.

LÉGER, L. A. et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of sports sciences**, v. 6, n. 2, p. 93–101, 1988.

MEREGE FILHO, C. A. A. et al. Influência do exercício físico na cognição: Uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 3, p. 237–241, 2014.

MINEAR, M.; SHAH, P. Training and transfer effects in task switching. **Memory and Cognition**, v. 36, n. 8, p. 1470–1483, 2008.

MOORE, S. A. et al. Enhancing a somatic maturity prediction model. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1755–1764, 2015.

NIEMANN, C. et al. Influence of acute and chronic physical activity on cognitive performance and saliva testosterone in preadolescent school children. **Mental Health and Physical Activity**, v. 6, n. 3, p. 197–204, out. 2013.

PASCHEN, L. et al. Effects of Acute Physical Exercise With Low and High Cognitive Demands on Executive Functions in Children: A Systematic Review. **Pediatric Exercise Science**, v. 31, n. 3, p. 1–15, 7 abr. 2019.

PERSSON, J.; REUTER-LORENZ, P. A. Gaining Control: Training Executive Function and Far Transfer of the Ability to Resolve Interference [retracted]. **Psychological Science**, v. 19, n. 9, p. 881–888, set. 2008.

PESCE, C. et al. Physical activity and mental performance in preadolescents: Effects of acute exercise on free-recall memory. **Mental Health and Physical Activity**, v. 2, n. 1, p. 16–22, 2009.

PESCE, C.; BEN-SOUSSAN, T. D. “*Cogito ergo sum*” or “*ambulo ergo sum*”? **New Perspectives in Developmental Exercise and Cognition Research**. [s.l.] Elsevier Inc., 2015.

PONTIFEX, M. B. et al. Cardiorespiratory Fitness and the Flexible Modulation of Cognitive Control in Preadolescent Children. **Journal of Cognitive Neuroscience**, v. 23, n. 6, p. 1332–1345, 2011.

RAINE, L. B. et al. The Influence of Childhood Aerobic Fitness on Learning and Memory. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, p. e72666, 2013.

SCHMIDT, M. et al. Cognitively Engaging Chronic Physical Activity, but Not Aerobic Exercise, Affects Executive Functions in Primary School Children: A Group-Randomized Controlled Trial. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 37, n. 6, p. 575–591, dez. 2015.

SCHMIDT, M.; BENZING, V.; KAMER, M. Classroom-based physical activity breaks and children’s attention: Cognitive engagement works! **Frontiers in Psychology**, v. 7, n. OCT, p. 1–13, 2016.

SINGH, A. S. et al. Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. **British Journal of Sports Medicine**, p. bjsports-2017-098136, 30 jul. 2018.

STRAUSS, ESTHER, ELISABETH MS SHERMAN, AND O. S. **A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary**. 3. ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 2006.

TINE, M. T.; BUTLER, A. G. Acute aerobic exercise impacts selective attention: an exceptional boost in lower-income children. **Educational Psychology**, v. 32, n. 7, p. 821–834, dez. 2012.

TOMPOROWSKI, P. D. et al. Exercise and children’s cognition: The role of exercise characteristics and a place for metacognition. **Journal of Sport and Health Science**, v. 4, n.

1, p. 47–55, mar. 2015.

TOMPOROWSKI, P. D.; LAMBOURNE, K.; OKUMURA, M. S. Physical activity interventions and children's mental function: An introduction and overview. **Preventive Medicine**, v. 52, n. SUPPL., p. S3–S9, 2011.

VAN DER NIET, A. G. et al. Effects of a Cognitively Demanding Aerobic Intervention During Recess on Children's Physical Fitness and Executive Functioning. **Pediatric Exercise Science**, v. 28, n. 31, p. 64–70, 2016.

VERBURGH, L. et al. Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 12, p. 973–979, 2014.

VOSS, M. W. et al. Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 17, n. 10, p. 525–544, 2013.

WECHSLER, D. **Wechsler intelligence scale for children–Fourth Edition (WISC-IV)**. 4. ed. San Antonio, TX: The Psychological Corporation., 2003.

## APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) {ou menor que está sob sua responsabilidade} para participar, como voluntário (a), da pesquisa EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM ENGAJAMENTO COGNITIVO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO DESEMPENHO ACADÊMICO DE CRIANÇAS. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Públio Gomes Florêncio Júnior, Rua Osvaldo Guimarães, 45, apt 103, CEP 50670-330, Iputinga, Recife/PE. Email: [publio\\_@hotmail.com](mailto:publio_@hotmail.com); fone (81) 999314911. Também participa desta pesquisa o pesquisador: André dos Santos Costa Fone: (81) 2126-758 e-mail: [andre.santoscosta@ufpe.br](mailto:andre.santoscosta@ufpe.br).

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde que o (a) menor faça parte do estudo pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização nem para o (a) Sr.(a) nem para o/a voluntário/a que está sob sua responsabilidade, bem como será possível ao/a Sr. (a) retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

#### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- Avaliar o efeito de uma sessão exercício físico com engajamento cognitivo nas funções executivas e no desempenho acadêmico em crianças.
- Para esta avaliação serão aplicados questionários, testes físicos e jogos esportivos adequados à idade das crianças. As ações ocorrerão na própria escola onde a criança está matriculada, no horário de aula regular, não acarretando nenhum dano relacionado ao deslocamento por parte do voluntário.
- Riscos mínimos são observados no testes de aptidão física, tais como cansaço após a bateria de teste de capacidade física, dor muscular após o teste físico, além de um possível constrangimento na avaliação das funções executivas e desempenho acadêmico. A aplicação de todos os testes será conduzida por profissionais experientes e antes da realização de qualquer protocolo serão adotadas medidas preventivas como informações sobre o teste e o que não deve ser realizado durante o teste a fim de minimizar qualquer possível risco. Informamos que na ocorrência de qualquer dano e/ou prejuízo que venham a julgar, os sujeitos envolvidos diretamente no estudo terão total suporte e assistência, além do direito de a qualquer momento solicitar a sua não participação. Os pesquisadores se comprometem a garantir o sigilo e a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.
- Como benefício direto, os participantes receberão os resultados das avaliações com comentários sobre seu desempenho de forma individualizada em comunicação direta na presença dos pais e/ou responsável legal pelo menor ao final do programa de intervenção.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação do/a voluntário (a). Os dados coletados nesta pesquisa, ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do (pesquisador principal, no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [cepccs@ufpe.br](mailto:cepccs@ufpe.br)).

Assinatura do pesquisador (a)

#### CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável por \_\_\_\_\_, autorizo a sua participação no estudo EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM ENGAJAMENTO COGNITIVO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO DESEMPENHO ACADÊMICO DE CRIANÇAS, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do (da) responsável: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

|                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| Nome: _____       | Nome: _____       |
| Assinatura: _____ | Assinatura: _____ |



## ANEXO A - CARTA DE ANUÊNCIA GERAÇÃO COLÉGIO E CURSO

### GERAÇÃO COLÉGIO E CURSO

#### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitamos o pesquisador Prof. Esp. Públio Gomes Florêncio Júnior, a desenvolver o seu projeto de pesquisa "EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM ENGAJAMENTO COGNITIVO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO DESEMPENHO ACADÊMICO DE CRIANÇAS", que está sob orientação do Prof. Dr. André dos Santos Costa, cujo objetivo é Avaliar o efeito de uma sessão exercício físico com engajamento cognitivo nas funções executivas e no desempenho acadêmico em crianças.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador apresentará a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

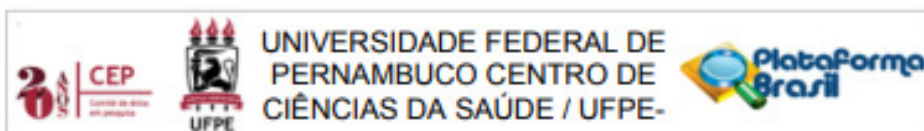
Recife, 11 / agosto , 2017

Vera Lúcia Lucena da Silva

Nome/assinatura e carimbo do/a responsável pela instituição

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <p><b>GERAÇÃO COLÉGIO E CURSO</b></p> <p>Rua Deputado Cunha Rabelo, nº 235, Várzea, Recife-PE</p> <p>CEP: 50740-400 CNPJ: 08.174.971/0001-60 Fone: (081) 3453-2114.</p> <p>Cadastro Escolar: P-050.049</p> <p>Portaria de Funcionamento: SEE 5680/2014.</p> <p><u>Portarias Anteriores</u></p> <p>SEE: 0057 / 1983 - 4127 / 1983 - 8089 / 1989 - 3957 / 1991 - 3040 / 2003 - 5174 / 2004.</p> | <p>Vera Lúcia Lucena da Silva</p> <p>Gestora Escolar</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|

## ANEXO B - PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** EFEITO AGUDO DO EXERCÍCIO FÍSICO COM ENGAJAMENTO COGNITIVO NAS FUNÇÕES EXECUTIVAS E NO DESEMPENHO ACADÊMICO DE CRIANÇAS

**Pesquisador:** PUBLIO GOMES FLORENCIO JUNIOR

**Área Temática:**

**Versão:** 4

**CAAE:** 73587317.9.0000.5208

**Instituição Proponente:** Pós-Graduação em Educação Física

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.931.698

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se da 2ª Emenda ao projeto de pesquisa do mestrando Públio Gomes Florêncio Júnior intitulada: Efeito agudo do exercício físico com engajamento cognitivo nas funções executivas e no desempenho acadêmico de crianças orientada pelo Prof. Dr. André dos Santos Costa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco do Departamento de Educação Física. A modificação visa incluir, na Metodologia, as medidas de comprimento de altura sentado e da perna (permitindo a estimativa da maturidade, calculando a idade a partir da velocidade de pico de altura) para uma melhor análise das relações das características físicas com as cognitivas e foi acrescentado uma sessão controle sem exercício físico para uma melhor análise das funções cognitivas dos indivíduos.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Geral

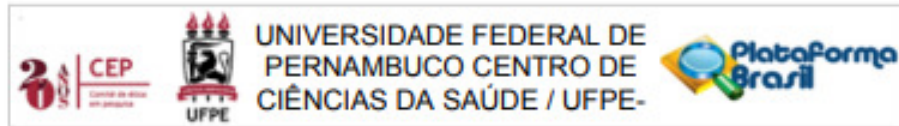
Avaliar o efeito de uma sessão exercício físico com engajamento cognitivo nas funções executivas e no desempenho acadêmico em crianças.

##### Objetivos Específicos

- Avaliar e comparar o efeito agudo do exercício aeróbio e do exercício com maior engajamento cognitivo sobre a memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva em crianças.
- Investigar se o desempenho acadêmico é melhorado com uma sessão de exercício com maior

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br





Continuação do Parecer: 2.931.698

engajamento cognitivo comparado a uma sessão de exercício aeróbio.

• Correlacionar IMC, nível de atividade física e aptidão aeróbia com as funções executivas e o desempenho acadêmico de crianças.

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

Riscos mínimos são observados nos testes de aptidão física, tais como cansaço após a bateria de teste de capacidade física, dor muscular após o teste físico, além de um possível constrangimento na avaliação das funções executivas e desempenho acadêmico. A aplicação de todos os testes será conduzida por profissionais experientes e antes da realização de qualquer protocolo serão adotadas medidas preventivas como informações sobre o teste e o que não deve ser realizado durante o teste a fim de minimizar qualquer possível risco. Informamos que na ocorrência de qualquer dano e/ou prejuízo que venham a julgar, os sujeitos envolvidos diretamente no estudo terão total suporte e assistência, além do direito de a qualquer momento solicitar a sua não participação. Os pesquisadores se comprometem a garantir o sigilo e a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

Benefício direto, os participantes receberão os resultados das avaliações com comentários sobre seu desempenho de forma individualizada em comunicação direta na presença dos pais e/ou responsável legal pelo menor ao final do programa de intervenção.

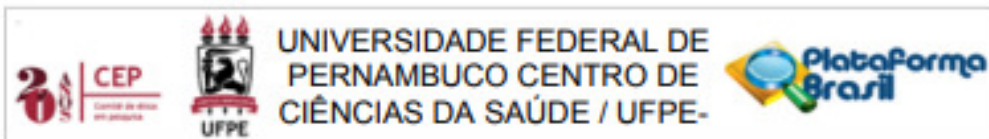
#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem quantitativa do tipo Cross over. Sua amostra serão 60 crianças de ambos os sexos com idade entre 8 e 10 anos, estudantes do ensino fundamental, recrutados por conveniência em uma escola particular do Recife (GERAÇÃO COLÉGIO E CURSO). As crianças selecionadas participarão de quatro encontros:

A) No primeiro momento ocorrerá a coleta dos dados - os participantes responderão a um questionário para avaliar o nível de atividade física e serão aplicados testes neuropsicológicos e o Teste de Desempenho Acadêmico.

B) No segundo encontro, serão realizadas medidas de peso e estatura e o teste de aptidão aeróbia, inclusive serão executadas as medidas das circunferências de cintura e quadril com fita métrica não elástica. Posteriormente será medida a altura sentada e o comprimento da perna, para permitir a estimativa da maturidade, calculando a idade a partir da velocidade de pico de altura.

**Endereço:** Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
**Bairro:** Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600  
**UF:** PE **Município:** RECIFE  
**Telefone:** (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.931.698

Após a segunda visita, os participantes serão aleatoriamente distribuídos em dois subgrupos.

C) O primeiro grupo (G1) receberá uma intervenção de exercício aeróbio (sessão controle) inicialmente e depois de 15 dias uma intervenção de exercício aeróbio com engajamento cognitivo (EAEC) (sessão tratamento) e por fim uma sessão controle sem exercício físico (sessão controle);

D) O segundo grupo (G2) seguirá a ordem inversa das sessões. Dessa forma todos os participantes receberão os três tipos de intervenção. Os testes neuropsicológicos e o Teste de Desempenho Acadêmico serão aplicados antes e após as sessões de exercícios. E para a verificação da intensidade nos dois tipos de intervenção serão utilizados medidores de frequência cardíaca da marca Polar®, modelo Loop. A partir da coleta dos dados, os mesmos serão tabulados no pacote estatístico computadorizado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versão 20.0 for Windows, que será utilizado para todas as análises. Espera-se no final poder verificar se o desempenho acadêmico é melhorado com uma sessão de exercício com maior engajamento cognitivo comparado a uma sessão de exercício aeróbio.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Foi apresentado: Folha de Rosto, Currículo Lattes de todos os pesquisadores, Carta de anuência, TCLE, TALE e o Projeto de Pesquisa conforme preconiza o CEP.

**Recomendações:**

Nenhuma.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Após análise da 2ª Emenda recomendo sua aprovação.

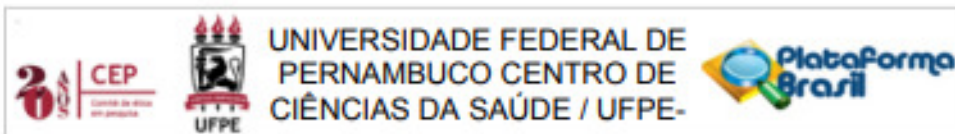
**Considerações Finais a critério do CEP:**

A emenda foi avaliada e APROVADA pelo colegiado do CEP.

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

| Tipo Documento                            | Arquivo                                | Postagem               | Autor                          | Situação |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------|--------------------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto            | PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_122862_0_E2.pdf | 25/09/2018<br>00:27:02 |                                | Aceito   |
| Outros                                    | JUSTIFICATIVA_DE_EMENDA2.docx          | 25/09/2018<br>00:24:14 | PUBLICO GOMES FLORENCIO        | Aceito   |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | ProjetoPublicoCEP_4.docx               | 25/09/2018<br>00:19:48 | PUBLICO GOMES FLORENCIO JUNIOR | Aceito   |

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
 UF: PE Município: RECIFE  
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: cepccs@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.931.698

|                                                                    |                                             |                        |                                     |        |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------|
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador                    | ProjetoPublioCEP_3.docx                     | 18/08/2018<br>00:30:41 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO<br>JUNIOR | Aceito |
| Outros                                                             | JUSTIFICATIVA_DE_EMENDA.docx                | 18/08/2018<br>00:30:09 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | CARTA_DE_ANUENCIA_CORRIGIDA.p<br>df         | 28/10/2017<br>12:54:46 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | Carta_resposta_pendencias.docx              | 24/10/2017<br>17:08:13 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Projeto Detalhado /<br>Brochura<br>Investigador                    | ProjetoPublioCEP_2.docx                     | 24/10/2017<br>17:07:09 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO<br>JUNIOR | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TALE.pdf                                    | 19/10/2017<br>10:42:04 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO<br>JUNIOR | Aceito |
| Folha de Rosto                                                     | FolhaRosto_Publio.pdf                       | 18/08/2017<br>11:58:29 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | sigamatrícula.pdf                           | 18/08/2017<br>11:26:00 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | TermodeCompromissoAssinado.pdf              | 18/08/2017<br>11:22:43 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | CurriculoLattesAndredosSantosCosta.p<br>f   | 18/08/2017<br>11:21:00 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| Outros                                                             | CurriculoPublioGomesFlorencioJunior.p<br>df | 18/08/2017<br>11:20:36 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO           | Aceito |
| TCLE / Termos de<br>Assentimento /<br>Justificativa de<br>Ausência | TCLE.pdf                                    | 18/08/2017<br>11:19:29 | PUBLIO GOMES<br>FLORENCIO<br>JUNIOR | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Avaliação da CONEP:**

Não

RECIFE, 02 de Outubro de 2018

Assinado por:  
**LUCIANO TAVARES MONTENEGRO**  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
UF: PE Município: RECIFE  
Telefone: (81)2126-8588 E-mail: capccs@ufpe.br



Cartão 3

|        |        |        |       |
|--------|--------|--------|-------|
| MARROM | VERDE  | ROSA   | AZUL  |
| MARROM | ROSA   | AZUL   | VERDE |
| MARROM | ROSA   | AZUL   | VERDE |
| AZUL   | VERDE  | MARROM | ROSA  |
| MARROM | VERDE  | AZUL   | ROSA  |
| VERDE  | MARROM | ROSA   | AZUL  |



**ANEXO D – DIGIT SPAN**

Ordem Direta – Escore (Nº de números): 0 a 7

16  
95  
283  
419  
5273  
6917  
26158  
49327  
715294  
681495  
8472936  
6185347

Ordem Inversa – Escore (Nº de números): 0 a 7

15  
29  
742  
518  
3948  
6274  
95631  
47352  
835291  
294171  
5927163  
8362517